Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4[e] sér., **1**, 1979,
section B, n° 3 : 213-263.

Constituants du genre *Bupleurum* L. (Umbelliferae) : mise au point des connaissances actuelles

par Jacques Carbonnier et Anne-Marie Cauwet-Marc *

Mots-clés : *Umbelliferae, Bupleurum, Hermas, Heteromorpha, Nirarathamnus, Rhyticarpus*. Phytochimie. Chimiotaxonomie. Constituants ; acides éthyléniques, alcools, cétones, coumarines, cyclohexadiènes, flavonols, glycosides, holosides, itols, lignanes, monoterpènes, polyines, polyphénols, saikogénines, saikosaponines, saponines, stérols, terpènes, triterpènes.

Résumé. — L'ensemble des constituants de *Bupleurum* et de quelques genres affines, signalés dans la littérature, ainsi que les résultats établis par les auteurs, sont réunis dans cette revue. Soixante-dix-neuf constituants intéressant soixante-quatorze taxons (68 *Bupleurum* et 6 espèces rattachées à des genres très proches) sont cités. Une tentative d'interprétation chimiotaxonomique est donnée en conclusion. 170 références.

Abstract. — The constituents of *Bupleurum* and some related genera found in literature are reviewed, including 79 constituents from 74 taxa (68 *Bupleurum* and 6 closely related species). As a conclusion, a tentative chemotaxonomical interpretation is given. 170 references.

Introduction

Le genre *Bupleurum* L. (Umbelliferae, tribu des Ammineae) compte environ 200 espèces réparties dans tout l'hémisphère nord, à l'exception de *B. mundtii* Cham. & Schlechdt. localisé en Afrique du Sud (provinces du Cap, Natal, Transvaal).

Deux sous-genres ont été distingués (Cauwet-Marc, 1976) :

— le sous-genre *Bupleurum* à distribution eurasiatique (auquel il convient d'ajouter l'unique espèce américaine, *B. americanum* Coult. & Rose, localisé en Alaska et dans les Montagnes Rocheuses) ;

— le sous-genre *Tenoria* (Sprengl.) Cauwet qui comprend 32 taxons vivaces et frutescents dont l'aire de répartition se limite au bassin méditerranéen occidental.

Le premier travail de phytochimie ayant pour objet le genre *Bupleurum* L. remonte à 1911 mais la quasi-totalité des recherches effectuées dans ce domaine ne date que des quinze dernières années. On pourra s'étonner qu'un genre considéré comme l'un des plus

* J. Carbonnier, *Laboratoire de Chimie appliquée aux Corps organisés, Muséum national d'Histoire naturelle, 63, rue Buffon, 75005 Paris (France).*
A.-M. Cauwet-Marc : *Laboratoire de Biologie végétale, Centre Universitaire, 66025 Perpignan Cedex (France).*

primitifs des Ombellifères (Cerceau-Larrival, 1962), donc important du point de vue phylétique n'ait pas été étudié plus tôt. Il convient pourtant de remarquer que l'avancement de la connaissance chimique du genre repose sur des motivations fort différentes.

1. Recherche de molécules actives

Les *Bupleurum* entrent dans la composition de nombreuses pharmacopées traditionnelles (Cauwet-Marc & Carbonnier, 1978). En particulier, les racines de *B. falcatum* L. ont été utilisées dans certaines drogues chinoises et il est connu que ces racines contiennent des saponines. Le fait que ce type de glycoside triterpénique présente fréquemment des activités physiologiques a incité plusieurs équipes japonaises à isoler les saikosides de *B. falcatum* L. et à en établir la structure.

2. Recherche de structures nouvelles

Si la première en date remonte à 1913 (isolement du bupleurol par Francesconi & Sernagiotto), il faudra attendre plus d'un demi-siècle pour que le genre *Bupleurum* soit reconsidéré comme une source de produits naturels nouveaux et ceci dans le domaine des acétyléniques et des cyclohexadiènes (Bohlmann & *al.*, 1971, 1975).

3. Chimiotaxonomie

Très peu de travaux strictement taxonomiques ont intéressé le genre *Bupleurum* L., puisque seulement trois équipes (Plouvier, 1967 ; Sobolovskaya & *al.*, 1967 ; Crowden & *al.*, 1969) ont effectué des recherches à cette fin ; ce sont, en effet, les seules à avoir accordé quelque importance à l'absence des constituants recherchés.

Afin de faire le point des connaissances phytochimiques actuelles concernant ce genre, nous avons réuni, d'une part l'ensemble des données bibliographiques auxquelles nous avons pu avoir accès et, d'autre part, les données expérimentales établies au cours d'une étude de biosystématique consacrée par l'un d'entre nous au genre *Bupleurum* L. et à quelques genres affines (*Heteromorpha*, *Hermas*, *Nirarathamnus* et *Rhyticarpus*). Seules ont été retenues les références mentionnant des produits dont les structures sont parfaitement établies [1], ce qui nous a amenés à rejeter certaines allusions concernant la présence d'alcaloïdes dans le genre.

A cette exception près, la plupart des grands groupes chimiques actuellement connus chez les Angiospermes sont représentés. Ils sont abordés dans l'ordre de leurs affinités

1. Des produits non déterminés et pour lesquels on ne connaît que l'appartenance à la série sont cités dans : Sobolovskaya & Minaeva, 1961 ; Gladkikh & *al.*, 1965 ; Sobolovskaya & *al.*, 1967 ; Trochenko & Limasova, 1967 ; Minaeva & *al.*, 1965 et 1968 ; Gorovoy & Ulanova, 1968 ; Valkonskaya, 1968 ; Florja, 1969 ; Crowden & *al.*, 1969 ; Minaeva & Valkonskaya, 1970 ; Florja & Kuznetsova, 1970 ; Bohlmann, 1971 ; Bandyukova, 1972 ; Cauwet-Marc, 1976 ; Kisselieva & Minaeva, 1976.

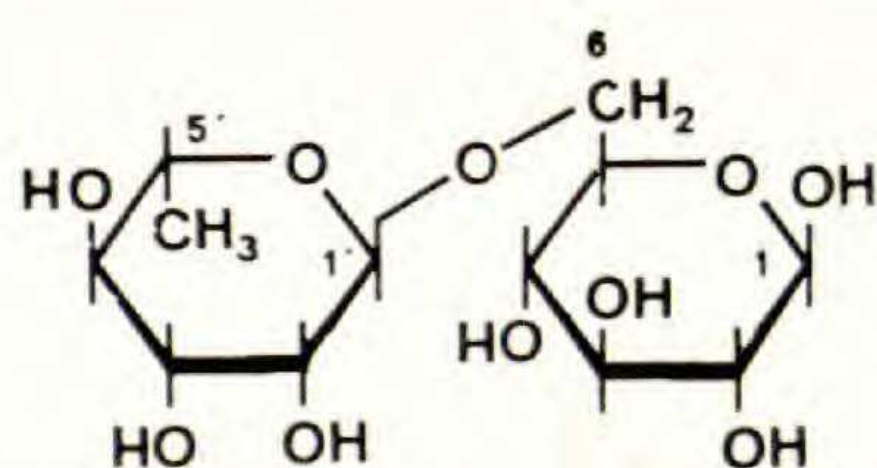
chimiques, selon le plan suivant : Sucres et itols, Alcools et cétones, Acides éthyléniques, Polyines, Cyclohexadiènes, Monoterpènes, Triterpènes, Stérols, Acides cinnamiques et dérivés, Coumarines, Lignanes, Flavonoïdes.

La distribution de chaque composé est donnée sous forme de catalogue alphabétique placé à la fin du texte et un récapitulatif de la composition de chaque espèce a été ajouté.

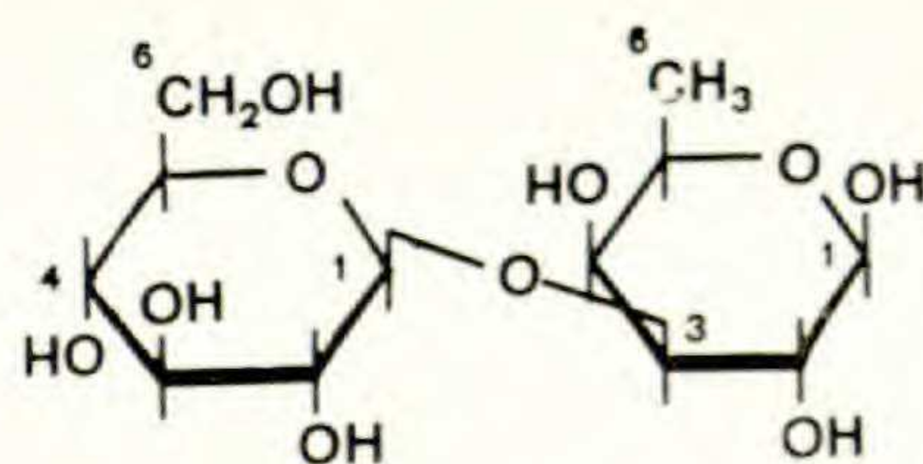
I. Sucres et Itols

Deux hexoses [le glucose (*1*) et le rhamnose (*2*)] et un diholoside [le saccharose (*3*)] ont été isolés à l'état libre du genre *Bupleurum* L. (*cf.* tabl. I). Deux autres holosides : le rutinose et le β-D-glucopyranosyl-(1 → 3) β-D-fucopyranoside sont présents sous forme d'hétérosides. Le premier est lié à divers flavonols et se rencontre dans toutes les espèces, le second constitue la partie osidique de la plupart des saikosaponines de la racine de *B. falcatum* L. Toutefois, un triholoside, l'α-L-rhamnopyranosyl-(1 → 4) β-D-glucopyranosyl-(6 → 1) β-D-glucopyranoside, est lui aussi engagé dans des glycosides triterpéniques : les saikosaponines c et f. L'enchaînement de ce sucre sur l'aglycone présente une particularité puisque c'est la molécule centrale du glucose qui comporte en 1 la liaison osidique avec l'aglycone.

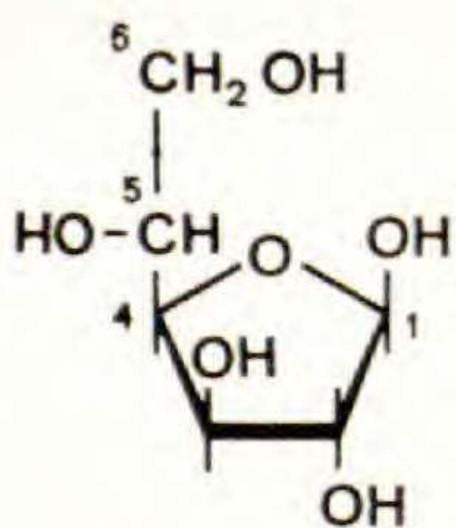
Le glucose est parfois aussi engagé avec des aglycones flavonoïdiques [isoquercitrine (*77*)] ou stérolique [glucoside de l'α-spinastérol (*61*)] ; mais alors qu'il s'agit de β-D- glucofuranose dans l'isoquercitrine, c'est le β-D-glucopyranose qui est lié au stérol.



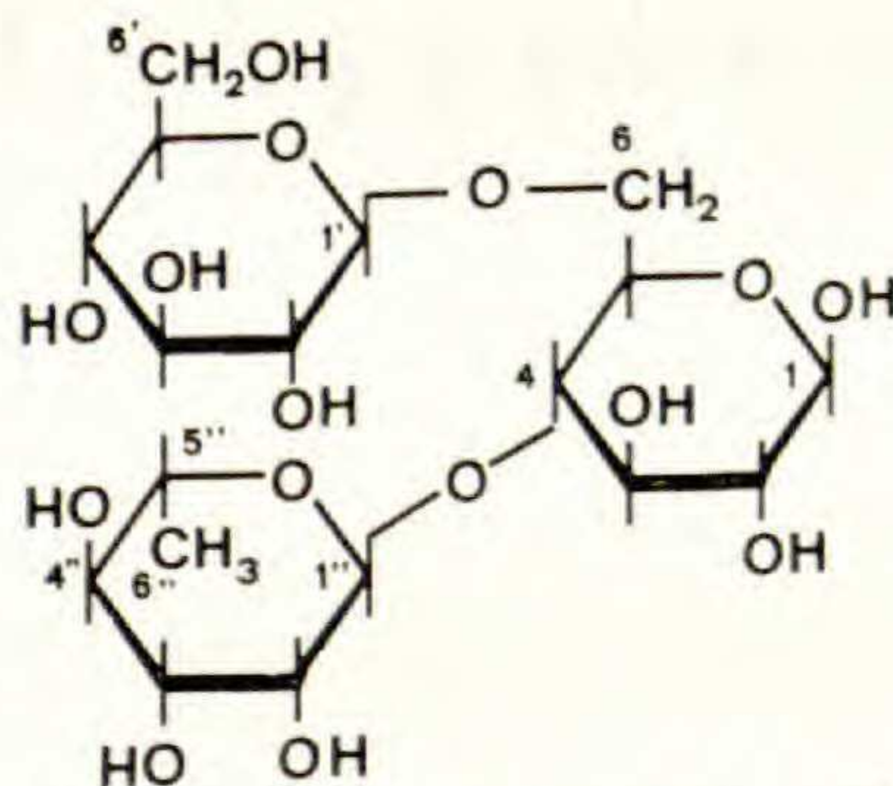
Rutinose



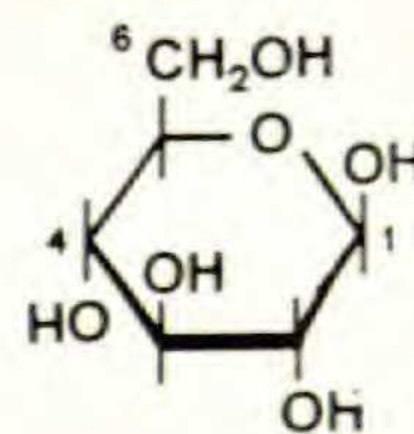
β-D-Glucopyranoside (1 → 3) β-D-glucopyranoside



β-D-Glucofuranose



α-L-Rhamnopyranosyl (1 → 4) β-D-Glucopyranosyl-(6 → 1) β-D-Glucopyranoside



β-D-Glucopyranose

Dans tous les cas décrits de glycosides de *Bupleurum* la liaison avec l'aglycone s'effectue sur l'hydroxyle porté par le carbone 1 du sucre.

Tableau I. — Sucres libres et itols signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
1 - Glucose	CH_2OH H-C H-C-OH HO-C-H O H-C-OH H-C-OH	Isolé pour la première fois au XVIIIème siècle par MARGGRAF. Structure et configuration établies par FISCHER (1891). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par MINAEVA & VALKONSKAYA (1964) (*B.multinerve*).	1
2 - Rhamnose	CH_3 H-C H-C-OH HO-C-H O HO-C-H HO-C-H	Obtenu pour la première fois par hydrolyse d'un glycoside de la quercétine (HLASIWETZ & PFAUNDLER, 1863). Structure établie par FISCHER & TAFEL (1888). Isolé,à l'état libre,du genre pour la 1ère fois par MINAEVA & VALKONSKAYA (1964) (*B.multinerve*).	1
3 - Saccharose	CH_2OH O HO-CH_2 CH_2OH HO OH OH O O OH OH	MARGGRAF isole en 1747 le saccharose de la betterave. Structure établie par AVERY & al. (1927). Isolé du genre pour la 1ère fois par TOMINATSU (1969) (*B.longiradiatum*).	1
4 - Ribitol	CH_2OH HO-C-H HO-C-H HO-C-H CH_2OH	Isolé pour la 1ère fois d'*Adonis vernalis* L. par MERCK (1893) sous le nom d'adonit. WESSELY & VANG (1939) l'isolent pour la 1ère fois du genre (*B.falcatum*).	4

Un seul itol est signalé dans le genre : le ribitol (*4*) ou adonitol. Il est à noter que ce dérivé en C_5 remplace chez *Bupleurum* L. le mannitol, hexidol trouvé habituellement chez les Ombellifères (Hegnauer, 1971 ; Plouvier, 1978).

II. Alcools et Cétones

Deux dérivés rattachés à ces séries ont été isolés de *Bupleurum* : l'hexacosanol (*5*) et la nonacosanone-10 (*6*) (*cf.* tabl. II).

Ces deux constituants sont des dérivés aliphatiques à longue chaîne ; leur distribution dans le genre apparaît actuellement assez restreinte. Jusqu'à ces dernières années, la nonacosanone-10 avait une répartition limitée aux Gymnospermes et aux Préphanérogames ce qui lui conférait un rôle d'indicateur d'archaïsme ; il semble que cette interprétation doive être très nuancée, ce dérivé étant de plus en plus fréquemment signalé chez les Ombellifères (*cf.* Carbonnier & *al.*, 1978).

III. Acides éthyléniques

Trois acides éthyléniques ont été isolés d'une seule espèce de *Bupleurum* (*B. falcatum* L.) par Kurono & Sakaï (1953). Il s'agit de l'acide linoléique (*7*), largement répandu dans le règne végétal, et de deux isomères géométriques en C_{18} : l'acide pétrosélinidique (isomère *trans*) (*8*) et l'acide pétrosélinique (isomère *cis*) (*9*) (*cf.* tabl. III).

Ces deux derniers dérivés, assez largement distribués chez les Ombellifères, apparaissent comme directement liés à cette famille dans laquelle ils sont signalés dans plusieurs genres (*Phellopterus*, *Pleurospermum*, *Heracleum*, *Angelica*...). L'étude de leur distribution ne semble pas achevée et, en particulier, leur recherche dans d'autres espèces de *Bupleurum* n'a pas été effectuée, ce qui n'autorise actuellement aucune conclusion valable au niveau générique.

IV. Acétyléniques

Sur les quatre-vingts polyines rencontrés chez les Ombellifères, treize en C_{15}, C_{16} ou C_{17} ont été signalés chez *Bupleurum* (*cf.* tabl. IV). Cependant leur distribution dans ce genre est encore assez mal connue puisque six espèces seulement ont été examinées de ce point de vue (Bohlmann & *al.*, 1961, 1971, 1975).

Au vu de ces résultats, il semble que la série ait une importance taxonomique non négligeable, puisque les polyines en C_{16} sont présents dans les espèces méditerranéennes alors que celles-ci sont dépourvues des dérivés en C_{15} et C_{17}, qui n'ont été rencontrés jusqu'ici que chez des espèces d'origine asiatique.

V. Cyclohexadiènes

Bien que la série soit représentée çà et là chez quelques genres d'Ombellifères sa prospection est encore insuffisante pour permettre son utilisation dans une étude chimiotaxonomique.

Tableau II. — Alcools et cétones signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
5 - Hexacosanol-1	$CH_3-(CH_2)_{24}-CH_2OH$	Isolé pour la première fois de la feuille d'épinard par COLLISON & SMEDLEY-Mac LEAN (1931). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par TROSCHENKO & LIMASOVA (1967) (*B. aureum* et *B. multinerve*).	2
6 - Nonacosanone-10	$CH_3-(CH_2)_8-CO-(CH_2)_{18}-CH_3$	Isolée pour la première fois des fruits de *Ginko biloba* L. sous le nom de ginnone par KAWAMURA (1928). En 1932, PIPER & al. effectuent la synthèse de la nonacosanone-10, puis FURUKAWA (1932) identifie la ginnone à la nonacosanone-10. Elle est isolée du genre pour la 1ère fois par TROSCHENKO & LIMASOVA (1967) (*B. aureum* et *B. multinerve*).	3

TABLEAU III. — Acides éthyléniques signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp
7 - Acide linoléique	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH$ $\vert$ CH_2 $\vert$ $HOOC-(CH_2)_7-CH=CH$	Isolé pour la première fois en 1844 par SACC de l'huile de lin. Structure établie par GOLDSOBEL (1910) et configuration par SMITH & WEST (1927). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par KURONO & SAKAI (1953) (*B.falcatum*).	1
8 - Acide pétrosélinidique	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH$ $\vert\vert$ $HC-(CH_2)_4-COOH$	Isolé pour la première fois d'*Anthriscus silvestris* L. par TAKEDA & al. (1953). Isolé pour la 1ère fois du genre chez *B.falcatum* par KURONO & SAKAI (1953).	1
9 - Acide pétrosélinique	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH$ $\vert\vert$ $HOOC-(CH_2)_4-CH$	Isolé pour la première fois à partir du persil par VONGERICHTEN & KÖLHER (1909) Configuration et synthèse effectuées par LUMB & SMITH (1952). Premier isolement dans le genre : KURONO & SAKAI (1953) de *B.falcatum*.	1

Tableau IV. — Polyines signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
		DERIVES EN C_{15}	
		$R-CH=CH-(C\equiv C)_2-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$	
10 - Pentadécadiène-2c, 9c diyne-4,6 al-1	$R = CHO$	Isolé pour la première fois de *Bupleurum ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	4
11 - Pentadécadiène-2c, 9c diyne-4,6 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois de *Bupleurum ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	3
12 - Acétate de pentadécadiène-2c,9c diyne-4,6 yl-1	$R = CH_2-COOCH_3$	Isolé pour la première fois des feuilles de *Bupleurum falcatum* L. par CHOI BYUNGKI (1975).	1
		$R-CH=CH-(C\equiv C)_2-(CH=CH)_2-(CH_2)_3-CH_3$	
13 - Pentadécatriène-2t,8t,10t diyne-4,6 al-1	$R = CHO$	Isolé pour la première fois de *Bupleurum ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	2
14 - Pentadécatriène-2t,8t,10t diyne-4,6 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois de *Bupleurum ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	3
15 - Acétate de pentadécatriène-2t,8t,10t diyne-4,6 yl-1	$R = CH_2-COOCH_3$	Isolé pour la première fois de *Bupleurum ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	3

TABLEAU IV (*suite*).

		DERIVES EN C_{16} $R-(CH_2)_4-(CH=CH)_2-C \equiv C-(CH=CH)_2-CH_3$	
16 - Hexadécatétraène-6t, 8t, 12t, 14t yne-10 al-1	$R = CHO$	Isolé pour la première fois par BOHLMANN & ZDERO (1971) de *Zoegea baldshuanica* C.Winkl. Ce dérivé est courant chez les Composées, mais n'a été signalé dans les Ombellifères que chez *Bupleurum*. 1er isolement dans le genre : BOHLMANN & al. (1975) (*B.gibraltaricum*).	1
17 - Hexadécatétraène-6t, 8t, 12t, 14t yne-10 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois par BOHLMANN & ZDERO (1971) de *Zoegea baldshuanica* C.Winkl. Ce dérivé courant chez les Composées, n'est signalé chez les Ombellifères que chez *Bupleurum* 1er isolement du genre : BOHLMANN & al. (1975) (*B.gibraltaricum*).	1
		$R-(CH_2)_6-CH=CH-(C \equiv C)_2-CO-CH=CH_2$	
18 - Falcarinone	$R = CH_3$	Ce produit, fréquemment rencontré chez les Ombellifères, a été isolé pour la première fois du genre *Bupleurum* par BOHLMANN & al. (1961) (*B.rotundifolium*).	2
		DERIVES EN C_{17} $R-CH=CH-(C \equiv C)_2-CH_2-CH=CH-(CH_2)_6-CH_3$	
19 - Heptadécadiène-2c, 9c diyne-4,6 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois par BOHLMANN & RODE (1968) d'*Oenanthe crocata* L. Signalé pour la 1ère fois dans le genre *Bupleurum* par BOHLMANN & al. (1971) (*B.ranunculoides*).	3
		$R-(CH_2)_2-(C \equiv C)_2-(CH=CH)_2-(CH_2)_5-CH_3$	
20 - Heptadécadiène-8t, 10t diyne-4,6 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois d'*Oenanthe crocata* L. par BOHLMANN & RODE (1968). Trouvé chez *Bupleurum* pour la 1ère fois par BOHLMANN (1971) (*B.rotundifolium*).	2

TABLEAU IV (*fin*).

		$R{-}CH{=}CH{-}(C{\equiv}C)_2{-}(CH{=}CH)_2{-}(CH_2)_5{-}CH_3$	
21 - Heptadécatriène-2t,8t,10t diyne-4,6 ol-1	$R = CH_2OH$	Isolé pour la première fois de *B.ranunculoides* L. par BOHLMANN & al. (1971).	5
22 - Acétate d'hepta-décatriène-2t,8t,10t diyne-4,6 yl-1	$R = CH_2COOCH_3$	La structure de ce produit a été établie par BOHLMANN & al. en 1971 à partir d'un extrait de *B. ranunculoides* L. Toutefois, d'après les constantes physiques établies par BOHLMANN (1971), cette substance correspondrait à l'oenanthetol, isolé par ANET & al. dès 1953.	3

TABLEAU V. — Cyclohexadiènes signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
23 - Angélate de formyl-3 triméthyl-4,4,6 cyclohexadiène-2,5 yl-1		Isolé pour la première fois de *Bupleurum gibraltaricum* Lam. par BOHLMANN & al.(1975).	1
24 - Angélate de formyl-3 triméthyl-2,4,4 cyclohexadiène-2,5 yl-1		Isolé pour la première fois de *Bupleurum gibraltaricum* Lam. par BOHLMANN & al. (1975).	1

Les deux cyclohexadiènes (*cf.* tabl. V) trouvés chez *Bupleurum gibraltaricum* Lam. ne sont pas caractéristiques du genre. En effet, l'angélate de formyl-3 triméthyl-4, 4, 6 cyclohexadiène-2, 5 yl-1 (*23*) est aussi signalé chez *Ferula* et *Peucedanum*, alors que l'angélate de formyl-3 triméthyl-2, 4, 4 cyclohexadiène-2, 5 yl-1 (*24*) a été isolé de *Peucedanum luxurians* Tamamsch. (*cf.* Carbonnier & *al.*, 1978).

VI. Monoterpènes

Treize monoterpènes sont signalés chez *Bupleurum* (*cf.* tabl. VI). Seul le bupleurol (*25*) est caractéristique du genre. Les autres dérivés se rencontrent dans plusieurs Ombellifères : *Carum*, *Cuminum*, *Pimpinella*, *Ferula*, *Pastinaca*, *Heracleum*, *Archangelica*...

Si l'on excepte les premiers travaux de Francesconi & Sernagiotto (1913) les résultats relatifs à ces composés ne reposent que sur deux publications : l'une de Peyron & Roubeaud (1970) sur *B. fruticosum* L. et l'autre de Bohlmann & *al.* (1975) sur *B. gibralticum* Lam.

Les résultats dont on dispose actuellement sont donc beaucoup trop fragmentaires pour qu'ils puissent servir de support à une quelconque interprétation.

VII. Triterpènes

Les triterpènes sont représentés chez *Bupleurum* L. par des saponines nommées saikosaponines (de « saiko », nom trivial japonais désignant la racine d'une Ombellifère de Mandchourie). Tous les dérivés de cette série, signalés chez *Bupleurum*, ont été isolés de la racine de *B. falcatum* L. [1].

Ces constituants furent tout d'abord désignés par des chiffres romains (saikoside I, saikoside II...), puis la purification de ces fractions conduisit les auteurs à distinguer des saikosides Ia, Ib... Depuis que la partie sucrée a été identifiée et les positions d'attache reconnues, les glycosides sont nommés saikosaponines suivies d'une lettre minuscule (saikosaponine a, saikosaponine b...).

Les saikosaponines sont des glycosides triterpéniques dont la fraction osidique est généralement constituée par un diholoside : le β-D glucopyranosyl-(1 → 3)-β-D fucopyranoside. Cependant les saikosaponines c et f sont des hétérosides d'un triholoside : l'α-L rhamnopyranosyl-(1 →4)-β-D glucopyranosyl-(6 → 1) glucopyranoside.

Les aglycones terpéniques fixées en 1 sur le sucre sont nommés saikogénines ; celles-ci sont désignées par une lettre majuscule (saikogénine A, saikogénine B...).

C'est entre 1965 et 1968 que deux équipes japonaises (Shibata & *al.* ; Kubota & *al.*) isolèrent, par hydrolyse, les premières saikogénines, soit à partir d'extraits bruts de racine (essentiellement [1] racines de *B. falcatum* L.), soit à partir de fractions purifiées (saikoside I, saikoside II), soit à partir de fractions considérées comme des entités chimiques (saikoside Ia et Ib).

1. Outre la racine de *B. falcatum*, les saikosides Ia, Ib et II ont été signalés par Shibata & *al.* (1966) dans les racines de *B. longiradiatum*, *B. nipponicum* et *B. triradiatum*.

TABLEAU VI. — Monoterpènes signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
25 - Bupleurol	CH_2 ; $HO\text{-}CH_2$; H_3C ; CH_3	Isolé pour la première fois de *Bupleurum fruticosum* par FRANCESCONI & SERNAGIOTTO (1913). Outre cette référence, le produit n'est mentionné que 2 fois dans la littérature : en 1956, BASSIRI signale son odeur de rose et, en 1970, PEYRON & ROUBEAUD le signale à nouveau, en faible quantité, dans la même espèce.	1
26 - Camphène	CH_2 ; CH_3 ; CH_2 ; CH_3	Obtenu pour la première fois par BERTHELOT (1859) à partir de l'huile de térébenthine. Structure établie par WAGNER & BRYKNER (1900). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970)(*B.fruticosum*).	1
27 - p-Cymène	CH_3 ; H_3C ; CH_3	Obtenu pour la première fois par synthèse (DUMAS, 1833) sous le nom de camphène. Isolé, en tant que produit naturel, pour la 1ère fois, de *Cuminum cyminum* Wall., par GERHARDT & CAHOURS (1841). Les mêmes auteurs établissent en 1841 l'identité du cymène isolé et du camphène synthétisé par DUMAS. Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1
28 - Acide dihydro-cuminique	CHO ; H_3C ; CH_2	Il s'agit du premier produit isolé du genre *Bupleurum* , signalé d'abord par FRANCESCONI & SANNA (1911) chez *B.fruticosum* L. , sa présence est confirmée dans cette même espèce par FRANCESCONI & SERNAGIOTTO (1916).	1
29 - Estragol	OCH_3 ; CH_2 ; $CH{=}CH_2$	Isolé pour la première fois de *Persea gratissima* Gaertn (1892), puis de l'estragon par GRIMAUD (1893) sous le nom d'isoanéthol. Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1

30 - Limonène	CH_3 H_3C CH_2	Isolé pour la première fois par SCHWEIZER (1841) de *Carum carvi* L. Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970).	1
31 - Myrcène	CH_2 H_2C H_3C CH_3	Isolé pour la première fois de *Pimenta acris* Kostel. par POWER & KLEBER (1895). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYROND & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1
32 - β-Ocimène	CH_3 H_2C H_3C CH_3	Isolé pour la première fois d'*Ocimum gratissimum* Forsk. par ROBERTS (1921). Cité pour la 1ère fois comme constituant du genre par PEYROND & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*). BOHLMANN & al.(1975) signalent chez *B.gibraltaricum* la présence des isomères *cis* et *trans*.	2
33 - β-Phellandrène	CH_2 H_3C CH_3	Isolé pour la première fois de *Phellandrium aquaticum* par PESCI (1886). KARRER (1958) le signale chez *Bupleurum fruticosum* L. , ce qui est confirmé par PEYRON & ROUBEAUD (1970).	1
34 - β-Pinène	CH_2 CH_3 C CH_3	Isolé pour la première fois par SIMONSEN (1924) de *Pinus gerardiana* Wall. Il est signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1

Tableau VI (*fin*).

35 - 4-Terpinénol	CH_3 OH H_3C CH_3	Isolé pour la première fois d'*Elletaria cardamonum* Maton par WALLACH (1906). Il est signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1
36 - α-Terpinéol	CH_3 OH H_3C CH_3	Isolé pour la première fois de l'huile de térébenthine par TILDEN (1878). Structure établie par WAGNER (1894). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1
37 - Thujone (ou Thujol)	CH_3 =O H_3C CH_3	Isolé pour la première fois de l'absinthe par LEBLANC (1845). Structure établie par SEMMLER (1900). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par PEYRON & ROUBEAUD (1970) (*B.fruticosum*).	1

L'analyse de ces premiers travaux présente quelques difficultés, compte tenu du fait qu'entre 1965 et 1972, les structures publiées étaient incomplètes et étaient suivies de nombreuses notes correctives. Une mise au point concernant cette période a été publiée en 1973 par TAKEDA (12 réf.).

Actuellement l'optimisation des techniques d'extraction (*cf.* AKAHORI & *al.*, 1975), de séparation (OTSUKA & *al.*, 1978) et l'utilisation de la spectrométrie de ^{13}C RMN (*cf.* TORI & *al.*, 1976, 1976*a* ; YAMASAKI & *al.*, 1977) permettent d'aboutir à des déterminations de structures moins discutées et ne nécessitant pas d'hydrolyse préalable (source de formation d'artefacts).

Au total huit saikogénines furent reconnues, dont certaines communes à plusieurs saikosaponines. Étant donné qu'il s'agit de produits d'hydrolyse, on ne peut pas considérer ces dérivés comme des constituants naturels de *Bupleurum* ; toutefois leur isolement conserve une valeur historique :

— La première saikogénine obtenue, saikogénine A (*38*), fut isolée par SHIBATA & *al.* (1965) et KUBOTA & *al.* (1967) à partir d'un mélange de glycosides, puis par SHIBATA & *al.* (1966) par hydrolyse du saikoside Ib. On ne connaît pas encore avec certitude la saikosaponine correspondante mais, selon la stéréochimie du carbone 16, il s'agit de la saikosaponine b_1 ou b_2.

— Les saikogénines B, C et D, identifiées par KUBOTA & *al.* (1967) et KUBOTA & TONAMI (1967), sont maintenant considérées comme des artefacts. En effet, la même équipe a ultérieurement obtenu, par hydrolyse douce à la pyridine, d'autres saikogénines (E, F et G) à partir des mêmes substrats (KUBOTA & HINOH, 1967).

— La saikogénine E (*39*) a tout d'abord été obtenue par NORIO & SHIBATA (1966), puis par KUBOTA & HINOH (1967), enfin par NORIO & *al.* (1968), à partir du saikoside II. ISHII & *al.* (1977) ont établi la stéréochimie de ce composé qui fut alors reconnu comme la génine de la saikosaponine c. C'est aussi l'aglycone de la saikosaponine e, qui diffère de la précédente par la nature du sucre.

— La saikogénine F (*40*) a été isolée par KUBOTA & HINOH en 1966 par hydrolyse du saikoside I. Sa structure a été progressivement établie par ces mêmes auteurs en 1967 et 1968, tandis que SHIBATA & *al.* (1966) l'obtenaient à partir du saikoside Ia. On sait aujourd'hui qu'il s'agit de la génine de la saikosaponine a.

— La saikogénine G (*41*) a été obtenue par KUBOTA & HINOH (1967) et par NORIO & *al.* (1968) ; c'est l'aglycone engagé dans la saikosaponine d.

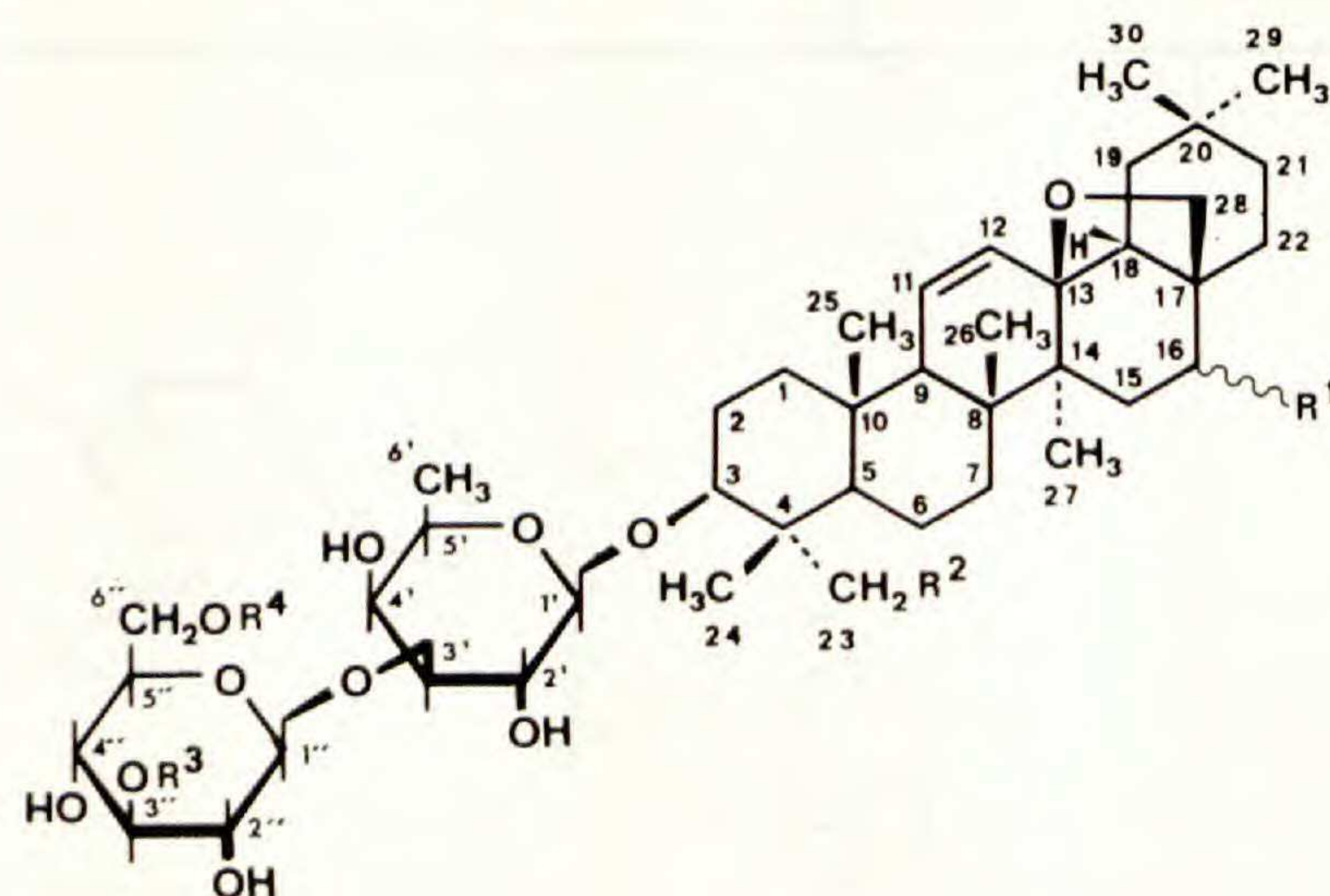
— La longispinogénine (*50*), trouvée par KUBOTA & TONAMI (1967) chez *B. falcatum* L. est la génine de la saikosaponine f.

Outre ces saikogénines obtenues par hydrolyse, treize saikosaponines peuvent être considérées comme les triterpénoïdes naturels extraits de *Bupleurum*. Il s'agit des saikosaponines a (*42*) et b, que SHIMAOKA & *al.* (1975) séparèrent en saikosaponines[1] b_1 (*52*), b_2 (*53*), b_3 (*54*) et b_4 (*55*), saikosaponines c (*49*), d (*46*), e (*45*) et f (*51*). A ceci, il convient d'ajouter, en tant que constituants minoritaires, les dérivés acétylés des :

1. D'après OTSUKA & *al.* (1978), les saikosaponines b_1, b_2, b_3 et b_4 pourraient être des artefacts formés durant l'extraction.

Tableau VII. — Triperpènes signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
38 - Saïkogénine A *Pourrait être la génine de la Saïkosaponine b_1 (52) ou b_2 (53).*		Isolé pour la 1ère fois de *B. falcatum* L. par SHIBATA & al. (1965). Structure corrigée successivement par SHIBATA & al. (1966 et 1966a) et KUBOTA & al. (1967) Etude des propriétés pharmacologiques par SHIBATA & al. (1973).	4
	α = OH, H β = OH, H	*NOTE : Les saïkogénines B, C et D étant des artefacts, elles ne figurent pas dans le Tableau, ni dans le Catalogue des substances. (cf. Texte).*	
39 - Saïkogénine E	R_1 = β OH R_2 = H	Isolé pour la première fois de *Bupleurum falcatum* L. par NORIO & SHIBATA (1966) Structure corrigée par KUBOTA & HINOH (1967), NORIO & al. (1968). Stéréochimie établie par TORI & al. (1976a), confirmée par ISHII & al. (1977).	4
40 - Saïkogénine F	R_1 = β OH R_2 = OH	Isolé pour la première fois de *Bupleurum falcatum* L. par KUBOTA & HINOH (1966a). Structure confirmée par KUBOTA & HINOH (1967 et 1968). Stéréochimie établie par TORI & al. (1976a).	4
41 - Saïkogénine G	R_1 = α OH R_2 = OH	Isolé pour la première fois de *Bupleurum falcatum* L. par KUBOTA & HINOH (1967). Structure confirmée par NORIO & al. (1968). Stéréochimie établie par TORI & al. (1976a).	1



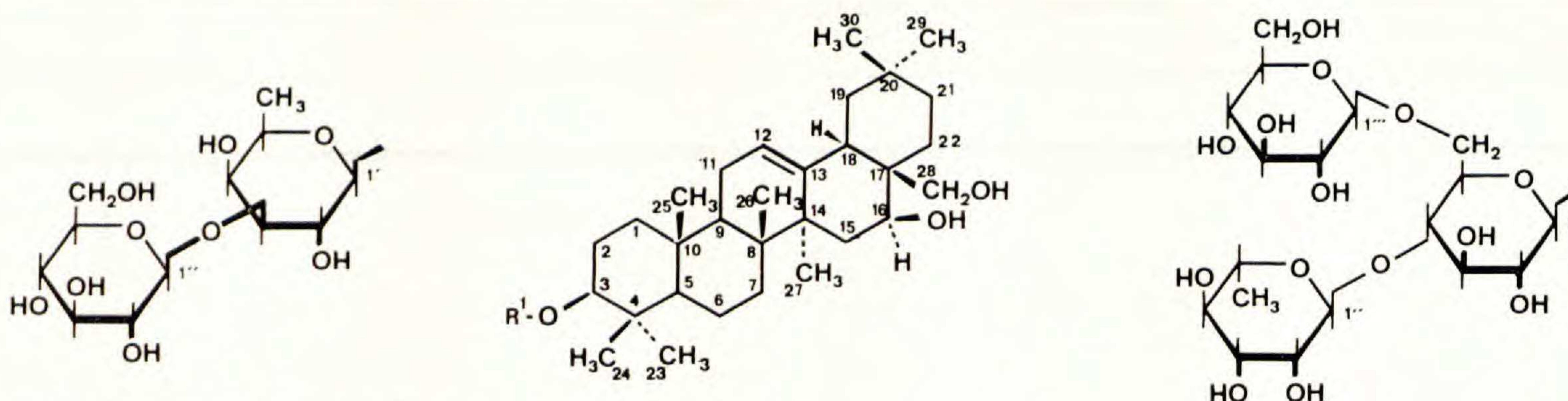
α = OH, H

β = OH, H

42 - Saïkosaponine a (*génine F*)	R_1 = β OH R_2 = OH R_3 = H R_4 = H	Structure et premier isolement : TORI & al. (1976 et 1976a) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1
43 - Acétyl-6"-O-saïkosaponine a (*génine F*)	R_1 = β OH R_2 = OH R_3 = H R_4 = Ac	Structure et premier isolement : ISHII & al. (1977) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1
44 - Acétyl-23-O-saïkosaponine a	R_1 = β OH R_2 = β OAc R_3 = H R_4 = H	Structure et premier isolement : ISHII & al. (1977) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1
45 - Saïkosaponine e (*génine E*)	R_1 = β OH R_2 = H R_3 = H R_4 = H	Structure et premier isolement : ISHII & al. (1977) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L. L'hydrolyse conduit à la saïkogénine E (ISHII & al.,1977), déjà obtenue elle-même par hydrolyse du saïkoside II (extrait de la racine de la même plante) simultanément par KUBOTA & HINOH (1966) et NORIO & SHIBATA (1966).	1

TABLEAU VII (*suite*).

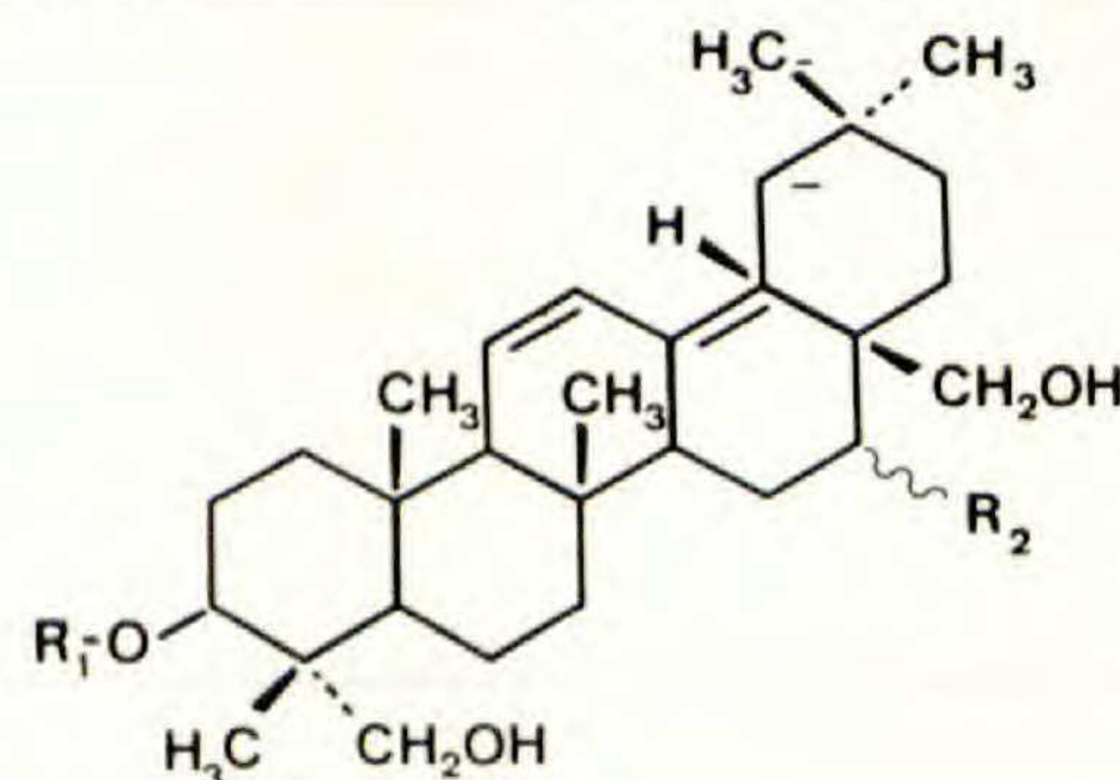
46 - Saïkosaponine d (*génine G*)	R_1 = α OH R_2 = OH R_3 = H R_4 = H	Structure et premier isolement : TORI & al. (1976 et 1976a) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L. Stéréochimie confirmée par ISHII & al. (1977).	1
47 - Acétyl-3"-O-saïko-saponine d (*génine G*)	R_1 = α OH R_2 = OH R_3 = Ac R_4 = H	Structure et premier isolement : ISHII & al. (1977) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L. Retrouvé dans la même plante par YAMASAKI & al. (1977).	1
48 - Acétyl-6"-O-saïko-saponine d (*génine G*)	R_1 = α OH R_2 = OH R_3 = H R_4 = Ac	Structure et premier isolement : ISHII & al. (1977) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1
49 - Saikosaponine c (*génine E*)		Structure et premier isolement : TORI & al. (1976 et 1976a) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1

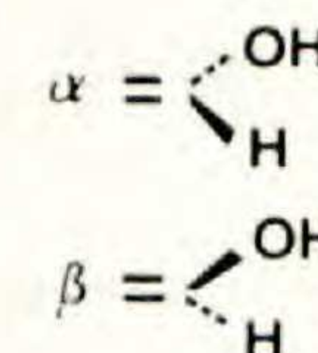


I = β-D glucopyranosyl-(1→3)-β-D fucopyranoside.

II = α-L rhamnopyranosyl-(1→4)-β-D glucopyranosyl-(6→1)-β-D glucopyranoside.

50 - Longispinogénine	R_1 = H	Isolé pour la première fois d'un cactus (*Lemaireocereus longispinus* Britton & Rose) par DJERASSI & al. (1953). Structure établie par la même équipe (DJERASSI & al., 1954). Il est signalé pour la 1ère fois dans le genre par KUBOTA & TONAMI (1967) (*Bupleurum falcatum*).	1
51 - Saikosaponine f	R_1 = II	Structure et premier isolement : TORI & al. (1976 et 1976a) à partir de la racine de *Bupléurum falcatum* .	1

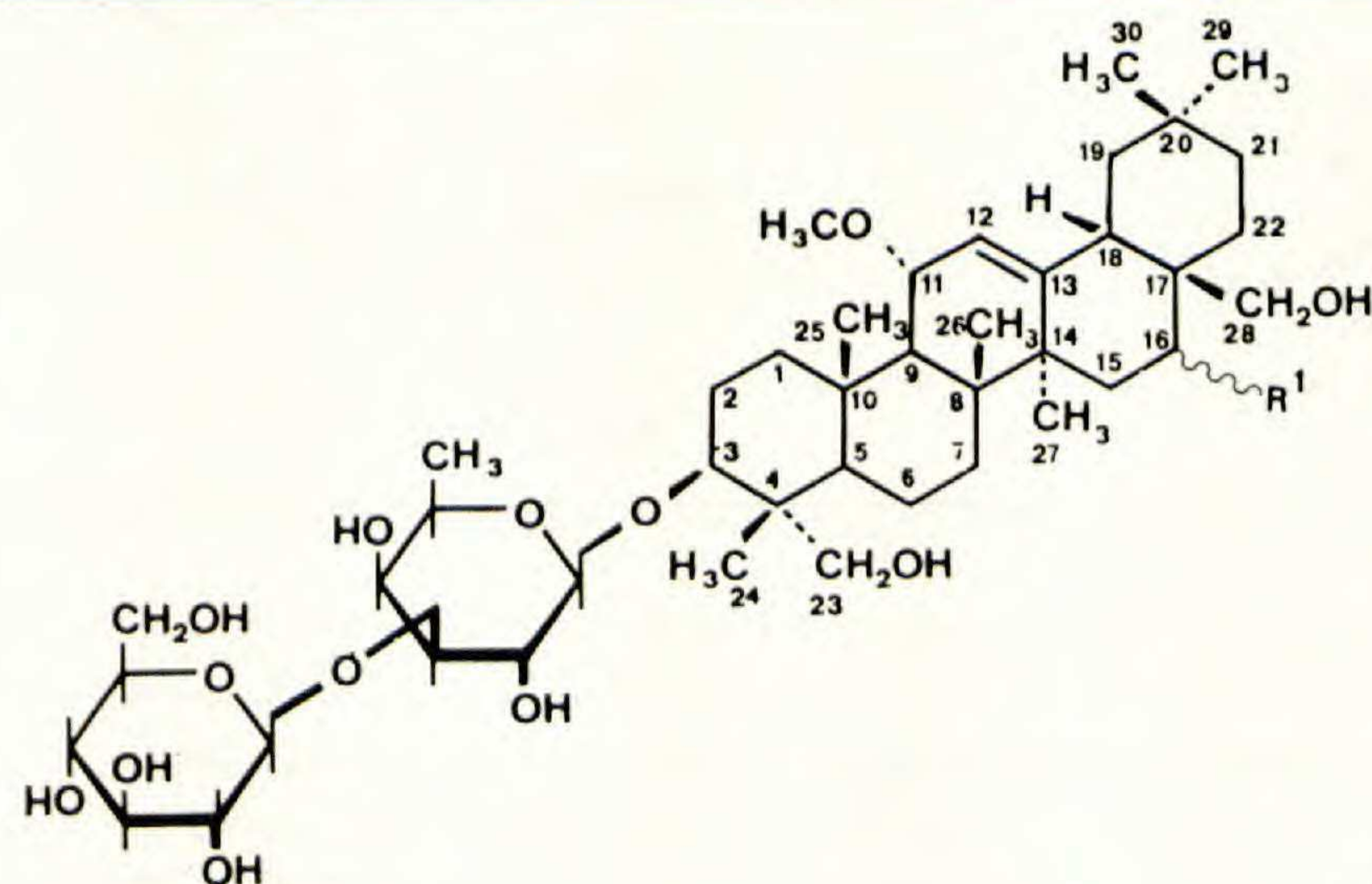


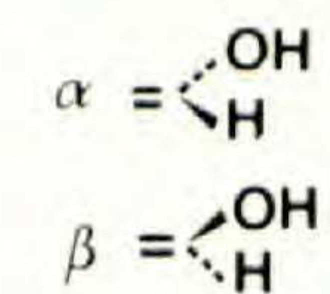


§Artefacts selon OTSUKA & al., 1978

52 - Saikosaponine b_1§	R_1 = I R_2 = β OH	Structure et premier isolement : SHIMAOKA & al. (1975) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum*.	1
53 - Saikosaponine b_2§	R_1 = I R_2 = α OH	Structure et premier isolement : SHIMAOKA & al. (1975) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum*.	1

TABLEAU VII (*fin*).





§ Artefacts selon OTSUKA & al., 1978

54 - Saïkosaponine b_3 §	$R_1 = \beta$ OH	Structure et premier isolement : SHIMAOKA & al. (1975) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1
55 - Saïkosaponine b_4 §	$R_1 = \alpha$ OH	Structure et premier isolement : SHIMAOKA & al. (1975) à partir de la racine de *Bupleurum falcatum* L.	1

TABLEAU VIII. — Stérols signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
56 - Δ^7-stigmasténol	CH₃ / CH-CH₂-CH₂-CH-CH-CH₃ / CH₂ CH₃ / CH₃ ; HO ; 7	Isolé pour la première fois de l'huile de germe de blé et structure établie par IDLER & al.(1953). 1er isolement du genre : TAKEDA & al. (1958) (*B.falcatum*).	1
57 - Δ^{22}-stigmasténol	CH₃ / CH-CH=CH-CH-CH-CH₃ / 22 / CH₂ CH₃ / CH₃ ; HO	Obtenu pour la première fois par synthèse par BARTON & BROOKS (1950). 1er isolement comme produit naturel, à partir de *Bupleurum falcatum* L., par TAKEDA & KUBOTA (1958).	1
58 - Stigmastérol	CH₃ / CH-CH=CH-CH-CH-CH₃ / CH₂ CH₃ / CH₃ ; HO	Isolé pour la première fois de *Physostigma venetum* Balf. par WINDAUS & HAUTH (1906). Structure établie par FERNHOLZ (1933 et 1934) et FERNHOLZ & CHAKRAVORTY (1934). 1er isolement du genre : TAKEDA & KUBOTA (1958) (*B.falcatum*)	9 + 4 (genres affines)
59 - β-Sitostérol (ou Cinchol)	CH₃ / CH-CH₂-CH₂-CH-CH-CH₃ / CH₂ CH₃ / CH₃ ; HO	Isolé pour la première fois de l'huile de maïs, ANDERSON & SHRINER (1926). BERNSTEIN & WALLIS (1937) l'identifient au dihydro-22,23 stigmastérol. Structure du stigmastérol (cf. ci-dessus). 1er isolement du genre : TOMIMATSU & al. (1972) (*B.falcatum*).	1

Tableau VIII (*fin*).

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	*Nombre sp.*
60 - α-Spinastérol	CH_3 CH_3 CH-CH=CH-CH-CH-CH_3 CH_2 CH_3 CH_3 CH_3 HO H	Isolé pour la première fois de la feuille d'épinard par HEYL & al. (1929). Isolé pour la 1ère fois du genre par TAKEDA & al. (1953) (*B.falcatum*).	10
61 - α-Spinastéryl-β,D-glucopyranoside	CH_3 CH_3I CH-CH=CH-CH-CH-CH_3 CH_2 CH_3 CH_3 CH_3 CH_2OH O OH HO OH H	Premier isolement : ITO & al. (1964) 1er isolement dans le genre : ISHII & al. (1977) (*B.falcatum*).	1

— saikosaponine a : 6″-0-acétyl (*43*) et 23-0-acétyl (44),
— saikosaponine d : 3″-0-acétyl (*47*) et 6″-0-acétyl (48).

La 6″-0-acétyl-saikosaponine b_4 doit être considérée comme un artefact (*cf.* Shimaoka & *al.*, 1975 ; Ishii & *al.*, 1977).

Les structures de ces différents composés sont insérées dans le tableau VII.

VIII. Stérols

Cinq stérols [Δ_7 (*56*) et Δ_{22}-stigmasténol (*57*), stigmastérol (*58*), β-sitostérol (*59*) et α-spinastérol (*60*)] ainsi que le glycoside de l'α-spinastérol (*61*) sont signalés dans le genre *Bupleurum* L. Dans un premier temps, tous ces produits ont été isolés de *B. falcatum* L. (*cf.* Takeda, 1973).

Ce nombre de constituants est relativement élevé, compte tenu du fait que seulement deux de ces dérivés (β-sitostérol et stigmastérol) ont été caractérisés dans l'ensemble de la tribu des Peucédanées (*cf.* Carbonnier & *al.*, 1978), une des plus grandes tribus de la famille des Ombellifères.

Chez *Bupleurum*, nos résultats tendent à montrer que cette série est mieux représentée chez les espèces les plus primitives et qu'elle est pratiquement absente des espèces méditerranéennes recouvrant le sous-genre *Tenoria* plus évolué. S'il existait un lien entre l'archaïsme et la richesse en stérols, il semblerait logique que les Peucédanées, plus évoluées que les Amminées auxquelles se rattache *Bupleurum*, soient moins bien pourvues en constituants de cette série, or, c'est ce que l'on observe ; il convient toutefois de noter que ceci ne constitue pas la preuve que l'abondance des stérols soit un critère de primitivité, ces composés étant rarement recherchés systématiquement ; les comparaisons numériques qu'il nous a été possible d'effectuer ne doivent donc pas conduire à des conclusions considérées comme définitives.

IX. Acides cinnamiques et dérivés

Trois acides cinnamiques : l'acide ortho-coumarique (*62*), l'acide caféique (*63*) et l'acide férulique (*64*), ainsi qu'un dérivé de l'acide caféique [l'acide chlorogénique (*65*)], ont été rencontrés à l'état libre dans le genre *Bupleurum* L.

Bien que ces polyphénols soient des indicateurs du degré d'évolution des Angiospermes (Bate-Smith, 1962 et 1968), ils ne semblent pas avoir été systématiquement recherchés dans le genre *Bupleurum*. En effet, mis à part notre étude, seul Bate-Smith dans son travail de 1962 où il prend comme exemple du genre l'espèce *B. fruticosum* L. s'est intéressé à cette série.

Comme on peut le voir dans le catalogue des substances, la répartition de ces polyphénols est très dispersée dans le genre. Leur distribution actuellement connue n'est donc pas susceptible d'apporter, au moins au niveau de cette étude générique, une quelconque information quant au degré évolutif des espèces étudiées.

Tableau IX. — Acides cinnamiques et dérivés signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
62 - Acide ortho-coumarique	COOH OH	Isolé pour la première fois d'*Agraecum fragans* L. par ZWENGER (1872). Signalé dans le genre *Bupleurum* dans plusieurs espèces par CAUWET-MARC (1976).	8
63 - Acide caféique	COOH HO OH	Isolé pour la première fois du café et sa structure établie par HLASIWETZ (1867). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par BATE-SMITH (1962) (*B. fruticosum*).	1
64 - Acide férulique	COOH HO OCH_3	Isolé pour la première fois de *Ferula foetida* Rgl. par HLASIWETZ & BARTH (1866). Reconnu pour la 1ère fois dans le genre par BATE-SMITH (1962) (*B. fruticosum*).	17 + 3 (genres affines)
65 - Acide chlorogénique	COO COOH HO OH HO OH OH	Isolé pour la première fois par ROCHLEDER (1846) à partir du café. Structure définitive établie par FISCHER & DANGSHAT (1932). Signalé dans plusieurs espèces du genre *Bupleurum* par CAUWET-MARC (1976).	29 + 5 (genres affines)

X. Coumarines

Bien que cette série soit très bien représentée chez les Ombellifères (Gonzalez & *al.*, 1976), cinq coumarines seulement ont été trouvées dans le genre *Bupleurum* L.

Il s'agit de :

— trois coumarines simples [l'isoscopolétine (*66*), la scoparone (*67*) et la triméthoxy-6, 7, 8 coumarine (*68*)], qui ont été isolées de l'espèce *B. fruticescens* L. par Gonzalez & *al.* (1975) ;

— une dihydrofurocoumarine : l'anomaline (*69*), qui a été relevée chez *B. falcatum* L. par Banerji & *al.* (1977) ;

— une furocoumarine, l'angélicine (*70*), qui a été signalée dans une variété de *B. falcatum* L. (var. *komarovii* K.-Pol.) par Nakabayashi & *al.* (1964). Nous avons nous-mêmes recherché ce dernier produit sans succès dans une cinquantaine de taxons, ce qui nous amène à penser que le genre *Bupleurum* ne renferme aucune des furocoumarines (*s.s.*), habituellement rencontrées chez les Ombellifères.

Vis-à-vis des coumarines simples, le nombre de données relatives au genre *Bupleurum* est trop faible pour apporter des renseignements taxonomiquement utiles.

Les formules de ces constituants sont données dans le tableau X.

XI. Lignanes

Cette série est très peu représentée chez les Ombellifères et jusqu'à ces dernières années, on ne signalait dans celle-ci qu'un seul dérivé : la silicicoline (ou desoxypodophyllotoxine) dont la distribution est limitée aux genres *Anthriscus* (*A. silvestris* (L.) Hoffm. et *A. caucalis* Bieb.) et *Cicuta* (*C. maculata* L.) (*cf.* Hegnauer, 1973).

La découverte par Gonzalez & *al.* (1975) de deux nouveaux lignanes [l'isodiphylline (*71*) et la deoxyisodiphylline (*72*)] chez *Bupleurum fruticescens* L. présente donc un grand intérêt au niveau de la famille.

La structure de ces deux derniers dérivés est donnée dans le tableau XI.

XII. Flavonoïdes

A notre connaissance, deux articles de synthèse consacrés aux flavonoïdes des Ombellifères, et intéressant donc le genre *Bupleurum* L., sont parus à ce jour (Harborne, 1971 ; Bandyukova, 1972). Cette série est actuellement la plus étudiée dans ce genre et de nombreuses données nouvelles ont été établies depuis la parution de ces revues.

Il ressort de cet ensemble de travaux que les variations qualitatives inter-spécifiques des flavonoïdes sont très faibles et présentent donc peu d'intérêt taxonomique au niveau infra-générique ; par contre les variations quantitatives qui ont, elles aussi, fait l'objet de nombreuses études, permettent d'éclaircir le rôle de différents facteurs vis-à-vis du métabolisme flavonoïdique.

Tableau X. — Coumarines signalées chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
COUMARINES SIMPLES			
66 - Isoscopolétine	HO, H_3CO, O, O (5, 4, 3, 6, 2, 7, 8, 1)	Isolée pour la première fois de *Buxus koreana* Nakai par NAKANO & al. (1966). Signalée pour la 1ère fois dans le genre par GONZALEZ & al. (1975) (*B.fruticescens*).	1
67 - Scoparone	H_3CO, H_3CO, O, O	Isolée pour la première fois d'*Artemisia scoparia* Waldst. & Kit par PARIHAR & DUTT (1947). Structure établie et vérifiée par synthèse par SINGH & al. (1954). Signalée dans le genre pour la 1ère fois par GONZALEZ & al. (1975) (*B.fruticescens*).	1
68 - Triméthoxy-6,7,8 coumarine	H_3CO, H_3CO, OCH_3, O, O	Préparée tout d'abord par synthèse par KÖRNER & BIGINELLI (1891). Structure démontrée par WESSELY & DEMMER (1928). 1er isolement en tant que produit naturel de *Fagara macrophyla* Engl. par KING & al. (1954). 1er isolement du genre : GONZALEZ & al. (1975) (*B.fruticescens*).	1
DIHYDROPYRANNOCOUMARINE			
69 - (-) Anomaline	O, O, O, H_3C, H_3C, O-CO-C(CH₃)=C(H)CH₃ ×2	Isolée pour la première fois des racines d'*Angelica anomala* Lall. par HATA & al. (1966). Signalée pour la 1ère fois dans le genre par BANERJI & al. (1977) (*B.falcatum*).	1
FUROCOUMARINE			
70 - Angélicine	O, O, O	Isolée pour la première fois des racines d'*Angelica archangelica* L. par BUCHNER (1842). Structure établie par SPATCH & PESTA (1934). Signalée pour la 1ère fois dans le genre par NAKABAYASHI & al. (1964) (*B.falcatum* var. *komarovii*).	1

TABLEAU XI. — Lignanes signalés chez *Bupleurum*.

PRODUITS	FORMULE	HISTORIQUE	Nombre sp.
71 - Isodiphylline R = OH	(formule développée : R ; O ; O ; O ; O ; OCH_3 ; OCH_3)	Produits isolés pour la première fois de *Bupleurum fruticescens* L. par GONZALEZ & al. (1975).	1
72 - Deoxyisodiphylline R = H			1

1. Variations avec la conservation en herbier

Minaeva & Valkonskaya (1970) ont montré qu'il n'y avait aucune différence de composition en flavonoïdes entre des individus fraîchement récoltés et des exemplaires d'herbier du genre *Bupleurum* vieux de soixante ans. Nous avons personnellement confirmé ces observations sur des échantillons de *B. atlanticum* Murb. conservés en herbier depuis cent cinquante ans (Cauwet & Carbonnier, 1976*b*).

2. Variations avec les conditions écologiques

Sobolovskaya & Minaeva (1961) ont remarqué que les espèces d'altitude sont celles qui ont la plus forte teneur en flavonoïdes (analyses effectuées sur des fleurs de la région de l'Altaï).

D'autre part l'étude comparée de *B. rotundifolium* L., *B. pusillum* Kryl., *B. bicaule* Helm., *B. aureum* Fisch., *B. scorzonerifolium* Willd. et *B. multinerve* DC. a montré une augmentation de la teneur en flavonoïdes lorsque l'on passe des espèces mésophiles aux espèces xérophiles (Minaeva & *al.*, 1965).

Kisselieva & Minaeva (1972) ont signalé que *B. rotundifolium* L. présente des variations de taux de flavonols plus importantes dans des cultures en pleine terre que dans des cultures en serre.

Enfin, on observe certaines variations quantitatives en fonction de la période de la journée [expériences de Kisselieva & Minaeva (1974) sur *B. brachiatum* C. Koch ex Boiss].

3. Variations avec l'organe

Gorovoy & Ulanova (1974) ont prouvé que les inflorescences sont beaucoup plus riches en flavonols libres que les feuilles ou les tiges ; par contre, tous les organes renferment des quantités globales approximativement équivalentes de glycosides flavonoliques. Les racines ne renferment que des traces de flavonoïdes (Gorovoy & *al.*, 1973).

Notons, enfin, que certains glycosides peuvent être spécifiques d'organes déterminés (narcissine et isoquercitrine dans les feuilles et les tiges), tandis que la rutine est présente partout, y compris dans la racine. En outre, Zaprometov & *al.* (1972) ont mis en évidence un glucoside de quercétine caractéristique de l'hypocotyle.

4. Variations avec le stade de développement

Zaprometov & *al.* (1972) prenant pour support *B. rotundifolium* L., ont indiqué que les flavonols libres apparaissent seulement chez l'adulte, tandis que leurs glycosides sont présents à tous les stades, y compris chez la jeune plantule.

Il apparaît donc nettement que, du point de vue quantitatif et dans l'ensemble de la plante, les flavonols et leurs glycosides ont des évolutions différentes : Minaeva & Kisselieva (1971) sur *B. rotundifolium* L. et Kisselieva & Minaeva (1968) sur *B. aureum* Fisch. ont montré que la teneur en flavonols libres augmente avec le stade de développement jusqu'au début de la floraison, tandis que celle en glycosides est maximum dans la feuille au stade de la rosette et diminue ensuite (*cf.* Kisselieva & Minaeva, 1976).

Ces auteurs (voir aussi Kisselieva & *al.*, 1971) constatent que, chez les deux espèces étudiées, le taux de flavonols libres et de leurs glycosides diminue dans toute la plante lors de la fructification, phénomène qui s'accélère rapidement lors de la maturation des fruits. Minaeva (1974) note que dans les organes reproducteurs cette décroissance est plus rapide pour les formes libres que pour leur glycosides.

5. Métabolisme flavonoïdique

Le rapport des quantités de flavonols libres à celui des glycosides a soulevé le problème fondamental de savoir si les glycosides étaient formés par condensation d'un sucre sur le flavonol libre ou si ceux-ci résultaient de l'hydrolyse des glycosides préexistants.

Zaprometov & *al.* (1972) ont montré par la technique du marquage (^{14}C) que les glycosides apparaissent après les flavonols libres ; si ceux-ci sont absents de la plantule, c'est qu'ils sont glycosidés dès leur formation et que, dès lors, ils ne s'accumulent pas.

Le catabolisme des flavonoïdes de *Bupleurum* commence à être connu. Ainsi, Zhanaeva & *al.* (1978) ont récemment mis en évidence la présence dans la feuille d'un système enzymatique capable de cliver les flavonols en formant de l'acide phloroglucine carboxylique.

6. Variation qualitative

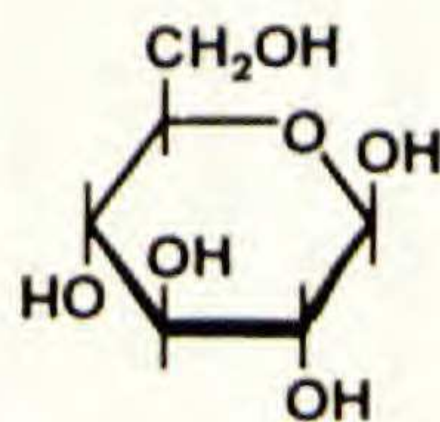
Il convient de remarquer que les flavonoïdes ne sont représentés dans le genre *Bupleurum* L. que [1] par des flavonols libres ou par leurs glycosides.

Les trois flavonols que l'on y rencontre sont connus chez d'autres genres d'Ombellifères ; il s'agit du kaempférol (*73*), de la quercétine (*74*) et de l'isorhamnétine (*75*) ; quatre de leurs glycosides : le rutinoside-3 kaempférol (*76*), l'isoquercitrine (ou glucoside-3 quercétine) (*77*), la rutine (ou rutoside ou rutinoside-3 quercétine) (*78*) et la narcissine (ou rutinoside-3 isorhamnétine) (*79*) ont été isolés de différentes espèces de *Bupleurum* (*cf.* formules tabl. XIV).

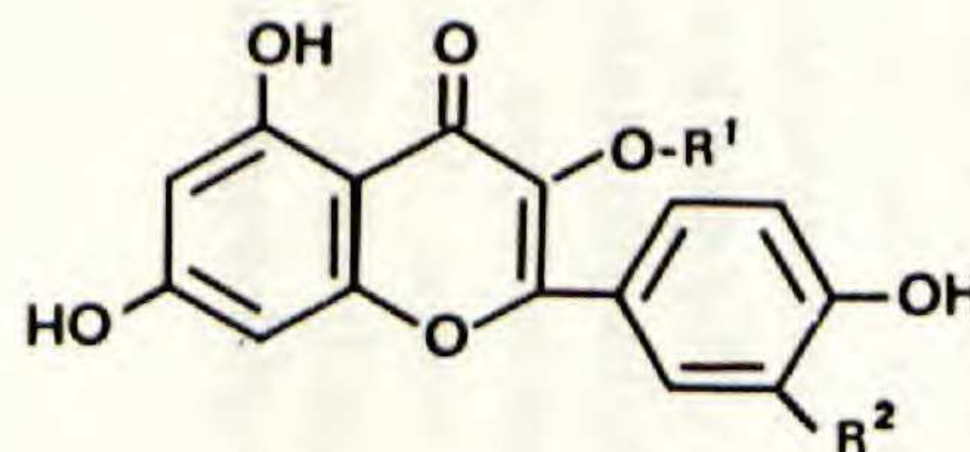
La distribution de ces différents constituants dans le genre est très variable. C'est ainsi que, si la rutine, la quercétine, la narcissine et l'isorhamnétine se trouvent pratiquement dans toutes les espèces étudiées, les autres flavonoïdes ont une distribution beaucoup plus restreinte, qui est même limitée pour le rutinoside-3 kaempférol à *B. gibraltaricum* Lam. Il est également intéressant de remarquer que, si certains d'entre eux comme la

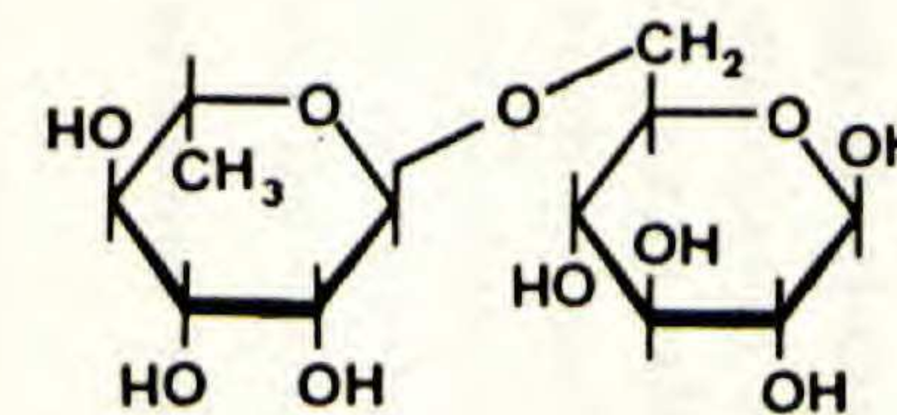
1. Bien que Kisselieva & Minaeva (1976) aient signalé chez *B. rotundifolium* L. un glycoside de cyanidine non complètement identifié.

TABLEAU XII. — Flavonoïdes signalés chez *Bupleurum*.



I = *Glucopyranose*





II = *Rutinose*

PRODUITS	FORMULES	HISTORIQUE	Nombre sp.
73 - Kaempférol	$R_1 = H$ $R_2 = H$	Isolé pour la première fois de *Delphinium consolida* S.F.Gray par PERKIN & WILKINSON (1902). Structure établie par HERŠTEIN & von KOSTANEKI (1899). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par BATE-SMITH (1962) (*B.fruticosum*).	5
74 - Quercétine	$R_1 = H$ $R_2 = OH$	Isolé pour la première fois de l'écorce de *Quercus tinctoria* Czern. par RIGAUD (1854). Structure établie par KOSTANEKI & TAMBOR (1895). Signalé pour la 1ère fois dans le genre chez *B.falcatum* par HORHAMMER & al. (1958).	57 + 6 (genres affines)
75 - Isorhamnétine	$R_1 = H$ $R_2 = OCH_3$	Isolé pour la première fois de *Cheiranthus cheiri* L. par PERKIN & HUMMEL (1896). Structure définitive établie par PERKIN & PIGLIM (1898) qui lui donnent son nom actuel. Signalé pour la 1ère fois dans le genre par HORHAMMER & al.(1958)(*B.falcatum*).	38 + 2 (genres affines)
76 - Rutinoside-3 kaempférol	$R_1 = II$ $R_2 = H$	Isolé pour la première fois des feuilles de *Calystegia japonica* Choisy par HUKUTI (1939). Signalé pour la 1ère fois dans le genre chez *B.gibraltaricum* par CROWDEN & al. (1969).	1
77 - Isoquercitrine	$R_1 = I$ $R_2 = OH$	Isolé pour la première fois de *Gossypium herbaceum* L. par PERKIN (1909). Structure vérifiée par synthèse par ICE & WENDER (1952). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par MINAEVA & al. (1965) (*B.aureum, B.bicaule, B.multinerve, B.pusillum* et *B.scorzonerifolium*).	11
78 - Rutine (rutoside)	$R_1 = II$ $R_2 = OH$	Isolé pour la première fois de *Ruta graveolens* L. par WEISS (1842). La nature glycosidique du produit et la structure de l'aglycone sont établies par STEIN (1862). Le sucre est identifié par CHARAUX (1924) et sa position d'attache est donnée par ATTREE & PERKIN (1927). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par RABATE (1930) (*B.falcatum*).	60 + 4 (genres affines)
79 - Narcissine	$R_1 = II$ $R_2 = OCH_3$	Isolé pour la première fois de *Narcissus tazetta* Linn. par KUBOTA & HASE (1956). Structure établie par KOTAKE & ARAKAWA (1956). Signalé pour la 1ère fois dans le genre par MINAEVA & VALKONSKAYA (1964) (*B.multinerve*).	56 + 4 (genres affines)

rutine [1], le kaempférol et la quercétine sont très répandus dans la famille des Ombellifères, d'autres comme l'isorhamnétine (Harborne, 1971), la narcissine et le rutinoside-3 kaempférol s'avèrent, au contraire, très rares dans cette famille.

Conclusion

Soixante-huit taxons représentant cinquante et une espèces [2] ont été étudiés d'un point de vue chimique quelconque ; parmi eux trente-quatre ont été abordés sous cet aspect, pour la première fois, par nous-mêmes.

L'ensemble des travaux cités permet de caractériser soixante-dix-neuf constituants dans le genre *Bupleurum* L., ce qui représente quatre cent vingt-huit données (plante-produits), dont deux cent vingt-trois établies et quatorze confirmées par les auteurs. L'examen des tableaux I à XII révèle que trente et un produits nouveaux [3] ont été isolés de ce genre qui constitue donc une source intéressante de substances naturelles originales.

Si les soixante-dix-neuf produits isolés représentent la plupart des grands groupes de constituants végétaux, il faut tout de même remarquer un certain nombre d'absences. C'est ainsi que les sesquiterpènes, si abondants dans quelques genres d'Ombellifères (*cf.* Hegnauer, 1973 et 1978), semblent d'après la littérature actuelle complètement absents des *Bupleurum* qui, par contre, renferment de nombreux triterpènes très mal représentés dans d'autres groupes de la famille (*cf.* Peucédanées).

On notera de même l'absence de références relatives aux phénylpropanes, aux chromones, aux buténolides ou aux phtalides. Enfin, Harborne & King (1976) ont recherché sans succès des sulfates de flavonoïdes dans de nombreuses espèces de *Bupleurum* ; cette nouvelle série de polyphénols semblant largement distribuée dans la famille, il s'agit très nettement d'une particularité chimiotaxonomique.

Parmi les séries représentées dans le genre il convient de noter l'inégalité de l'importance de leur étude ; en effet, si plus de cinquante espèces ont été examinées quant à leur contenu en flavonoïdes, la plupart des produits naturels nouveaux ne sont signalés que dans un seul taxon : celui duquel ils ont été isolés. L'exemple des triterpénoïdes, qui comprend dix-sept des trente et une substances naturelles nouvelles, illustre bien cette remarque puisqu'elles ont toutes été extraites du seul *Bupleurum falcatum* L. L'intérêt porté à cette espèce par les chercheurs nippons résulte du fait que sa racine entre dans la pharmacopée traditionnelle chinoise (« Ch'ai-fu » en Chine ou « saiko » au Japon = *bupleuri radix*). Malheureusement la distribution de ces dix-sept constituants n'a pratiquement pas été étudiée, ces dérivés ne sont donc pas utilisables à des fins taxonomiques. Il en est de même actuellement pour la plupart des autres séries chimiques excepté les flavonoïdes.

1. Quantitativement la rutine est le plus important de ces flavonols ; plusieurs fois dosée elle représente environ 4 % en poids de matériel sec de la plante (*cf.* par exemple Kim Li Gyun & Chu Dong Bom, 1975).

2. Auxquelles il convient d'ajouter six espèces appartenant à des genres affines (*Hermas, Heteromorpha, Nirarathamnus* et *Rhyticarpus*) examinées pour la première fois de ce point de vue par les auteurs. Ces études portant sur les stérols, les acides cinnamiques et les flavonoïdes augmentent de trente-cinq le nombre de données (plante-produits) actuellement connues et relatives au genre *Bupleurum* et à son environnement taxonomique immédiat.

3. Parmi les trente et une substances nouvelles, on distingue : treize saikosaponines, neuf polyines, quatre saikogénines, deux cyclohexadiènes, deux lignanes, deux monoterpènes dont un alcool spécifique : le bupleurol.

Cependant une place à part sera faite aux polyines bien que les données concernant ces produits ne se rapportent qu'à six espèces ; en effet, les résultats obtenus par Bohlmann & *al* (*l.c.*), intéressant treize substances et leur distribution, semblent avoir une signification au niveau des deux sous-genres. Aux deux foyers de différenciation mis en évidence pour le genre *Bupleurum* L. par l'un d'entre nous (Cauwet, 1970, 1971) correspondent le sous-genre *Bupleurum* d'origine asiatique et le sous-genre *Tenoria* d'origine méditerranéenne distingués sur des critères morphologiques, anatomiques et chorologiques (Cauwet-Marc, 1976). Or, toutes les espèces étudiées par Bohlmann et rattachées au sous-genre *Tenoria* renferment des acétyléniques en C_{16} et sont dépourvues des dérivés en C_{15} et C_{17}, que l'on rencontre chez des espèces du sous-genre *Bupleurum*.

Signalons encore l'abondance relative des stérols bien mieux représentés dans le genre *Bupleurum* L. (surtout dans le sous-genre *Bupleurum*) que dans d'autres genres d'Ombellifères.

Parmi les flavonoïdes, seuls des flavonols ont pu être mis en évidence, ce qui, en accord avec le principe de Bate-Smith (1962), apporte un élément en faveur de l'archaïsme du genre *Bupleurum* L. au sein des Ombellifères dont certains genres renferment des flavonoïdes moins hydroxylés.

On constate que la plupart des espèces de *Bupleurum* étudiées présentent une composition en flavonoïdes analogue, ce qui confère une grande unité au genre mais qui, en contrepartie, rend cette série inutilisable au niveau infra-générique. Par contre la composition quantitative offre quelques différences au niveau des sous-sections. Comme le soulignent Gorovoy & *al.* (1978), les espèces de la sous-section *Chrysophyton* Lincz. sont beaucoup plus pauvres en flavonols libres que les autres espèces d'Extrême-Orient soviétique. Nous avons pu faire une observation de même type sur les espèces méditerranéennes de la section *Tenoria* ; celles-ci se sont, en effet, avérées quantitativement beaucoup plus riches en flavonoïdes que les autres taxons du sous-genre (Cauwet-Marc, 1976).

Globalement la composition des espèces du genre *Bupleurum* L. constitue une « empreinte » suffisamment caractéristique du genre pour nous permettre d'apprécier ses affinités avec les autres Ombellifères. En effet, la présence de saponines et l'absence de furocoumarines constituent certains points de rapprochement avec d'autres genres, *Eryngium* et *Ferula*, par exemple. Toutefois, l'absence de sesquiterpènes et de coumarines sesquiterpéniques chez *Bupleurum* distingue très nettement ce taxon de *Ferula*.

Le critère « absence de furocoumarines » crée de même une différence fondamentale entre *Bupleurum* et tous les genres rattachés aux tribus des Peucédanées et des Pastinacées. Si ce dernier point permet un rapprochement chimique de *Bupleurum* avec les représentants de la tribu des Caucalidées, la présence de sulfate de flavonoïdes et de flavones et l'absence de saponine dans les seconds impliquent une séparation nette entre ces taxons, que leurs niveaux respectifs d'évolution morphologique situent aux antipodes dans la sous-famille des Apioideae.

Vis-à-vis des genres qui, comme *Bupleurum* appartiennent à la sous-tribu des Carinées, on notera la présence de furocoumarines chez *Amni*, *Apium*, *Petroselinum* et *Pimpinella* (Nielsen, 1971) ce qui singularise étrangement *Bupleurum* au sein de son groupe taxonomique.

La comparaison des faciès flavonoïques des genres considérés comme morphologique-

ment très proches de *Bupleurum* (*Hermas*, *Heteromorpha*, *Nirarathamnus* et *Rhyticarpus*) permet de constater que, mis à part *Heteromorpha*, de grandes différences séparent ces taxons ; en effet, l'isorhamnétine particulièrement bien représentée chez *Bupleurum* n'est présente que dans ce dernier genre et absente des trois autres.

L'analyse des résultats phytochimiques connus à ce jour, relatifs au genre *Bupleurum*, nous amène à constater que la chimiotaxonomie ne permet pas de mettre en évidence des différences notables entre les espèces ; la valeur des critères chimiques ne semble effective qu'à des niveaux taxonomiques de rang plus élevé. C'est ainsi que si l'on peut observer des différences entre les sous-genres, c'est surtout au niveau générique que la chimiotaxonomie s'avère la plus discriminatoire.

Le genre *Bupleurum*, déjà remarquable au sein de la famille des Ombellifères par ses feuilles entières, apparaît donc à la suite de cette mise au point comme caractérisé par un chimisme particulier qui le distingue très nettement des autres Ombellifères.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers P. Jössang qui a grandement participé à la recherche bibliographique ayant servi de support à cette mise au point.

CONSTITUANTS DU GENRE BUPLEURUM L.

LISTE DES AUTEURS AYANT TRAVAILLÉ SUR LE GENRE

(Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de populations étudiées)

AUTEURS	*TAXONS*	*SERIES*
ARTEM'EVA & NIKONOV, 1971	B.tchimganicum	Flavonoïdes
BANDYUKOVA, 1972 Rev.bibl.	B.affine	Flavonoïdes
BANERJI & al., 1977	B.falcatum	Coumarines
BATE-SMITH, 1962	B.fruticosum	Ac.cinnam., Flav.
BOHLMANN & al., 1961	B.rotundifolium	Polyines
BOHLMANN, 1971	B.gerardi	Polyines
	B.longiradiatum	Polyines
	B.rotundifolium	Polyines
BOHLMANN & al., 1971	B.gerardi	Polyines
	B.multinerve	Polyines
	B.ranunculoides	Polyines
	B.tenuissimum	Polyines
BOHLMANN & al., 1975	B.gibraltaricum	Polyines, Cyclohex., Monoterp.
CAUWET-MARC, 1976	B.acutifolium (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.album (1)	Flavonoïdes
	B.antonii (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.atlanticum	
	subsp. aiouense (14)	Itols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	subsp. algeriense (11)	Ac.cinnam., Flav.
	subsp. atlanticum (7)	Ac.cinnam., Flav.
	subsp. mairei (3)	Ac.cinnam., Flav.
	B.balansae	
	var. balansae (2)	Flavonoïdes
	var. longiradiatum (1)	Flavonoïdes
	B.barceloi (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.benoistii (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.canescens (1)	Flavonoïdes
	B.dianthifolium (1)	Flavonoïdes
	B.dumosum (1)	Flavonoïdes
	B.falcatum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.faurelii (4)	Ac.cinnam., Flav.
	B.foliosum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.fruticescens	
	var. eliatus (1)	Ac.cinnam., Flav.
	var. fruticescens (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.fruticosum (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.gibraltaricum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.handiense (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.komarovianum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.lateriflorum (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.longicaule (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.longiradiatum	
	var. breviradiatum (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	var. longiradiatum (2)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.mesatlanticum (7)	Ac.cinnam., Flav.
	B.montanum (11)	Flavonoïdes
	B.mundtii (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes

AUTEURS	*TAXONS*	*SERIES*
CAUWET-MARC, 1976 (suite)	B.oligactis	
	var. choulettei (1)	Flavonoïdes
	var. oligactis (1)	Flavonoïdes
	B.olympicum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.petiolare (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.plantagineum (1)	Flavonoïdes
	B.ranunculoides	
	var. ranunculoides (15)	Ac.cinnam., Flav.
	var. telonense (5)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.rigidum	
	subsp. paniculatum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	subsp. rigidum (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.sacchalinense (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.salicifolium	
	var. aciphyllum (2)	Ac.cinnam., Flav.
	var. salicifolium (1)	Ac.cinnam., Flav.
	B.scorzonerifolium (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.spinosum	
	var. mauritanicum (4)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	var. spinosum (6)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	B.subspinosum (1)	Flavonoïdes
	B.triradiatum	
	var. alpinum (1)	Ac.cinnam., Flav.
	HERMAS	
	H.quinquedentata (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	HETEROMORPHA	
	H.glauca (1)	Ac.cinnam., Flav.
	H.trifoliata (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	NIRARATHAMNUS	
	N.asarifolius (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
	RHYTICARPUS	
	R.difformis (1)	Ac.cinnam., Flav.
	R.ecklonis (1)	Stérols, Ac.cinnam., Flavonoïdes
CAUWET & CARBONNIER, 1976a	B.atlanticum	
	subsp. mairei (3)	Flavonoïdes
CAUWET & CARBONNIER, 1976b	B.atlanticum	
	var. aiouense (14)	Flavonoïdes
	var. algeriense (11)	Flavonoïdes
	var. atlanticum (7)	Flavonoïdes
	var. mairei (3)	Flavonoïdes
CHOI BYUNGKI, 1975	B.falcatum	Polyines
CROWDEN & al., 1969	B.affine	Flavonoïdes
	B.angulosum	Flavonoïdes

AUTEURS	TAXONS	SERIES
CROWDEN & al., 1969 (suite)	B. dianthifolium	Flavonoïdes
	B. gibraltaricum	Flavonoïdes
	B. prealtum	Flavonoïdes
D'YAKONOVA, 1960	B. aureum	Flavonoïdes
FOURMENT & ROUZET, 1960a	B. plantagineum	Flavonoïdes
FOURMENT & ROUZET, 1960b	B. plantagineum	Flavonoïdes
FRANCESCONI & SANNA, 1911	B. fruticosum	Monoterpènes
FRANCESCONI & SERNAGIOTTO, 1913	B. fruticosum	Alcools
FRANCESCONI & SERNAGIOTTO, 1916	B. fruticosum	Monoterpènes
GONZALEZ & al., 1975	B. fruticescens	Coumarines, Lignanes
GOROVOY, 1966	B. euphorbioides	Séries diverses
	B. komarovianum	Séries diverses
	B. scorzonerifolium	Séries diverses
	B. triradiatum	Séries diverses
GOROVOY & ULANOVA, 1968	B. euphorbioides	Flavonoïdes
	B. komarovianum	Séries diverses
	B. longiradiatum	Flavonoïdes
	B. scorzonerifolium	Flavonoïdes
	B. sibiricum	Flavonoïdes
HARBORNE & WILLIAMS, 1972	B. aciphyllum	Flavonoïdes
HÖRHAMMER & al., 1958	B. falcatum	Flavonoïdes
ISHII & al., 1977	B. falcatum	Triterpènes, Stérols
KARRER, 1958 (d'après)	B. fruticosum	Monoterpènes
KISSELIEVA & MINAEVA, 1968	B. aureum	Flavonoïdes
KUBOTA & HINOH, 1966	B. falcatum	Triterpènes
KUBOTA & al., 1967	B. falcatum	Triterpènes
KUBOTA & HINOH, 1967	B. falcatum	Triterpènes
KUBOTA & TONAMI, 1967	B. falcatum	Triterpènes
KUBOTA & HINOH, 1968	B. falcatum	Triterpènes
KURONO & al., 1953	B. falcatum	Ac. éthyléniques
MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	B. multinerve	Sucres, Flavon.
MINAEVA & al., 1965	B. aureum	Flavonoïdes
	B. bicaule	Flavonoïdes
	B. multinerve	Flavonoïdes
	B. pusillum	Flavonoïdes
	B. scorzonerifolium	Flavonoïdes
MINAEVA & al., 1969	B. aureum	Flavonoïdes
NAGASHI & TOMIMATSU, 1969	B. chinense (drogue à partir de...	Stérols
	B. falcatum	Itols
NAKABAYASHI & al., 1964	B. falcatum var. komarovii	Coumarines
NORIO & SHIBATA, 1966	B. falcatum	Triterpènes
NORIO & al., 1968	B. falcatum	Triterpènes
PEYRON & ROUBEAUD, 1970	B. fruticosum	Alcools, Monoterp.
PLOUVIER, 1967	B. montanum	Flavonoïdes
	B. ranunculoides var. gramineum	Flavonoïdes
RABATE, 1930	B. falcatum	Flavonoïdes
SHIBATA & al., 1965	B. falcatum	Triterpènes
SHIBATA & al., 1966	B. falcatum	Triterpènes
	B. longiradiatum	Triterpènes
	B. triradiatum	Triterpènes
SHIBATA & al., 1966a	B. falcatum	Triterpènes
SHIMAOKA & al., 1975	B. falcatum	Triterpènes
SOBOLOVSKAYA & al., 1967	B. bicaule	Flavonoïdes
	B. martjanovii	Flavonoïdes
	B. multinerve	Flavonoïdes
	B. pusillum	Flavonoïdes
	B. scorzonerifolium	Flavonoïdes
	B. triradiatum	Flavonoïdes
TAKEDA & al., 1953	B. falcatum	Stérols
TAKEDA & KUBOTA, 1958	B. falcatum	Stérols
TERUI & al., 1976	B. falcatum	Triterpènes
TOMIMATSU, 1969	B. longiradiatum	Sucres, Itols
TOMIMATSU & al., 1972	B. falcatum	Stérols, Cétones
TORI & al., 1976	B. falcatum	Triterpènes
TORI & al., 1976a	B. falcatum	Triterpènes
TROSHCHENKO & LIMASOVA, 1967	B. aureum B. multinerve	Itols, Alcools, Cétones, Stérols, Flavonoïdes
VALKONSKAYA, 1968	B. bicaule	Flavonoïdes
	B. multinerve	Flavonoïdes
	B. pusillum	Flavonoïdes
	B. scorzonerifolium	Flavonoïdes
	B. triradiatum	Flavonoïdes
VALUTSKAYA & MINAEVA, 1968	B. aureum	Flavonoïdes
WESSELY & VANG, 1939	B. falcatum	Itols
YAMASAKI & al., 1977	B. falcatum	Triterpènes
ZAPROMETOV & al., 1972	B. rotundifolium	Flavonoïdes

Catalogue des Substances

SUBSTANCE	SERIE	DISTRIBUTION CHEZ BUPLEURUM
6"-O-Acétyl saikosaponine a (43)	Triterpènes	17
23-O-Acétyl saikosaponine a (44)	id.	17
3"-O-Acétyl saikosaponine d (47)	id.	17
6"-O-Acétyl saikosaponine d (48)	id.	17
Angélicine (70)	Coumarines	17a
Anomaline (69)	id.	17
Bupleurol (25)	Monoterpènes	21
Caféique (acide) (63)	Acides cinnam.	21
Camphène (26)	Monoterpènes	21
Chlorogénique (acide) (65)	Acides cinnam.	1-5-6a-6b-6c-6d-17-19-21-23-24-25-26-27-28a-28b-30-33-36-37-40b-40c-41a-41b-43-44a-44b-45-51a-53-54-55-56-57.
ortho-Coumarique (acide) (62)	id.	6b-20a-20b-21-40c-41a 53-54
para-Cymène (27)	Monoterpènes	21
Déoxy-4 isodiphylline (72)	Lignanes	20
Dihydrocuminique (aldéhyde) (28)	Monoterpènes	21
Estragol (29)	id.	21
Falcarinone (18)	Acétyléniques	23-42
Férulique (acide) (64)	Acides cinnam.	5-6a-6b-6c-6d-10-18-21-26-30-33-44a-44b-45-47a-47b-51a-55-56-57
Formyl-3 triméthyl-2,4,4 cyclohexadiène-2,5 yl-1 (angélate de) (24)	Cyclohexadiènes	23
Formyl-3 triméthyl-4,4,6 cyclohexadiène-2,5 yl-1 (angélate de) (23)	id.	23
Glucose (1)	Sucres	32
Heptadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (19)	Acétyléniques	32-40-49
Heptadéca (diène-8t,10t diyne-4,6) ol-1 (20)	id.	22-42
Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	22-32-40-42-49
Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (acétate de) (22)	id.	22-40-49
Hexacosanol-1 (5)	Alcool	7-32
Hexadéca (tétraène-6t,8t,12t, 14t yne-10) al-1 (16)	Acétyléniques	23
Hexadéca (tétraène-6t,8t,12t 14t yne-10) ol-1 (17)	id.	23
Isodiphylline (71)	Lignanes	20
Isoquercitrine (77)	Flavonoïdes	7-11-16-28-29-32-39 42-45-46-51
Isorhamnétine (75)	id.	1-3-5-6a-6b-6c-6d-7-8b-9-10-11-12-14-16-17-20a-25-27-28-28a-28b-29-31-32-33-36-38-39-40b-40c-42-44a-46-47a-47b-48-51-51a-53-54
Isoscopolétine (66)	Coumarines	20
Kaempférol (73)	Flavonoïdes	4-11-21-32-39
Kaempférol (rutinoside-3)(76)	id.	23
Limonène (30)	Monoterpènes	21
Linoléïque (acide)	Acide éthylén.	17
Longispinogénine (50)	Triterpènes	17
Myrcène (31)	Monoterpènes	21
Narcissine (79)	Flavonoïdes	1-3-5-6a-6b-6c-6d-7-8a-8b-9-10-11-12-14-15-16-17-18-19-20a-20b-21-23-24-25-26-27-28-28a-28b-29-30-31-32-33-35a-35b-36-37-38-39-40a-40b-40c-41a-41b-42-43-44a-44b-45-46-47a-47b-48-51-51a-53-54-56-57
Nonacosanone-10 = ginnone (6)	Cétone	7-17-21-32
β-Ocimène (32)	Monoterpènes	21-23
Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) al-1 (10)	Acétyléniques	22-32-40-49
Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (11)	id.	32-40-49
Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) yl-1 (acétate) (12)	id.	17
Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) al-1 (13)	id.	32-40
Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (14)	id.	32-40-49
Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (acétate)(15)	id.	22-40-49
Pétrosélinidique (acide) (8)	Acide éthylén.	17
Pétrosélinique (acide) (9)	id.	17
β-Phellandrène (33)	Monoterpènes	21
β-Pinène (34)	id.	21
Quercétine (74)	Flavonoïdes	1-2-3-5-6a-6b-6c-6d-7-8a-8b-9-10-11-12-14-15-16-17-18-19-20a-20b-21-23-24-25-26-27-28-28a-28b-29-30-31-32-33-35a-35b-

SUBSTANCE	SERIE	DISTRIBUTION CHEZ BUPLEURUM
Quercétine (suite)		36-37-38-39-40b-40c-41a-41b-42-43-44a-44b-45-46-47a-47b-48-51-51a-52-53-54-55-56-57
Rhamnose (2)	Sucres	32
Ribitol (4)	Itols	6a-7-17-32
Rutine (78)	Flavonoïdes	1-2-3-4-5-6a-6b-6c-6d-7-8a-8b-9-10-11-12-14-15-16-17-18-19-20a-20b-21-23-24-25-26-27-28-28a-28b-29-30-31-32-33-35a-35b-36-37-38-39-40b-40c-41a-41b-42-43-44a-44b-45-47a-47b-48-50-51-51a-52-53-54-55-56-57
Saccharose (3)	Sucres	28
Saikogénine A (38)	Triterpènes	17-28-34-51
Saikogénine E (39)	id.	17-28-34-51
Saikogénine F (40)	id.	17-28-34-51
Saikogénine G (41)	id.	17
Saikosaponine a (42)	id.	17
Saikosaponine b_1 (52)	Triterpènes	17
Saikosaponine b_2 (53)	id.	17
Saikosaponine b_3 (54)	id.	17
Saikosaponine b_4 (55)	id.	17
Saikosaponine c (49)	id.	17
Saikosaponine d (46)	id.	17
Saikosaponine e (45)	id.	17
Saikosaponine f (51)	id.	17
Scoparone (68)	Coumarines	20
β-Sitostérol (59)	Stérols	17
α-Spinastérol (60)	id.	7-13-17-28-37-40c-43-45-47a-47b
α-Spinastéryl β-D-glucopyranoside (61)	id.	17
Δ_7-Stigmasténol (56)	id.	17
Δ_{22}-Stigmasténol (57)	id.	17
Stigmastérol (58)	id.	17-21-26-27-28a-28b-33-41b-45-52-54-55-57
Terpinène-4 ol (35)	Monoterpènes	21
α-Terpinéol (36)	id.	21
Thujone (ou Thujol) (37)	id.	21
Triméthoxy-6,7,8 coumarine (68)	Coumarines	20

COMPOSITION CHIMIQUE DES TAXONS ETUDIES JUSQU'ICI DANS LE GENRE BUPLEURUM L. ET DANS QUELQUES GENRES VOISINS.

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
GENRE BUPLEURUM				
B.aciphyllum Bark.- Webb & Berth. voir B.salicifolium Soland. *var.*aciphyllum.				
1 - B.acutifolium Boiss.	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
2 - B.affine Sadl.	Flavonoïdes	Quercétine (74)	CROWDEN & al.,1969	Feuille
		Rutine (78)	BANDYUKOVA,1972	Feuille
3 - B.album Maire	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
4 - B.angulosum L.	Flavonoïdes	Kaempférol (73)	CROWDEN & al.,1969	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
5 - B.antonii Maire	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
6 - B.atlanticum Murb.				
6a.*subsp.*aiouense Cauwet & Carbonnier	Itols	Ribitol (4)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Rutine (78)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
6b.*subsp.*aigeriense Cauwet & Carbonnier	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
6c.*subsp.*atlanticum	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET & CARBONNIER,1976b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
6d.*subsp.*mairei (Panel. & Vindt) Cauwet & Carbonnier comb.nov.	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET & CARBONNIER,1976a,b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	CAUWET & CARBONNIER,1976a,b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	CAUWET & CARBONNIER,1976a,b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Rutine (78)	CAUWET & CARBONNIER,1976a,b	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
7 - B.aureum Fisch.	Itols	Ribitol (4)	TROSHCHENKO & LIMASOVA,1967	Part.aérienne
	Alcools	Hexacosanol-1 (5)	id.	Part.aérienne
	Cétones	Nonacosanone-10 (6)	id.	Part.aérienne
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	MINAEVA & al.,1965	Fleur,fruit
		Isorhamnétine (75)	id.	Rac.,Feuille,Fleur,Fr.
			TROSHCHENKO & LIMASOVA,1967	Feuille
			KISSELIEVA & MINAEVA,1968	Feuille
			VALUTSKAYA & MINAEVA,1968	Feuille
			MINAEVA & al.,1969	Feuille
		Narcissine (79)	MINAEVA & al.,1965	Rac.,Feuille,Fleur,Fr.
			TROSCHENKO & LIMASOVA,1967	Feuille
			KISSELIEVA & MINAEVA,1968	Feuille
			VALUTSKAYA & MINAEVA,1968	Feuille
			MINAEVA & al.,1969	Feuille

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
GENRE BUPLEURUM (suite)				
B.aureum (suite)	Flavonoïdes (suite)	Quercétine (74)	MINAEVA & al.,1965	Rac.,Feuille,Fleur,Fr.
			TROSHCHENKO & LIMASOVA,1967	Feuille
			KISSELIEVA & MINAEVA,1968	Feuille
			VALUTSKAYA & MINAEVA,1968	Feuille
			MINAEVA & al.,1969	Feuille
		Rutine (78)	D'YAKONOVA,1960	Feuille
			MINAEVA & al.,1965	Feuille,Fleur,Fruit
			TROSHCHENKO & LIMASOVA,1967	Feuille
			KISSELIEVA & MINAEVA,1968	Feuille
			VALUTSKAYA & MINAEVA,1968	Feuille
			MINAEVA & al.,1969	Feuille
8 - B.balansae Boiss.& Reut.				
8a.*var.*balansae	Flavonoïdes	Narcissine (79)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
8b.*var.*longiradiatum Faure & Maire	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
9 - B.barceloi Cosson	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
10 - B.benoistii Lit.& Maire	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
11 - B.bicaule Helm.	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur,Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur,Fr.
		Isorhamnétine (75)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA,1968	Racine
		Kaempférol (73)	id.	Racine
		Narcissine (79)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur,Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur,Fr.
		Quercétine (74)	MINAEVA & al.,1965	Rac.,Tige,Feuille,Fl.,Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Rac.,Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA,1968	Racine
		Rutine (78)	MINAEVA & al.,1965	Rac.,Tige,Feuille,Fl.,Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Rac.,Tige,Feuille,Fl.,Fr.
12 - B.canescens Schousb.	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
13 - B.chinense Franch.	Stérols	α-Spinastérol (60)	NAGASHI & TOMIMATSU,1969	Drogue à partir de...
14 - B.dianthifolium Guss.	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	CROWDEN & al.,1969	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
15 - B.dumosum Coss.	Flavonoïdes	Narcissine (79)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
16 - B.euphorbioides Nakai	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	GOROVOY & ULANOVA,1968	Feuille
		Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
17 - B.falcatum L.	Itols	Ribitol (4)	WESSELY & WANG,1939	Racine
			NAGASHI & TOMIMATSU, 1969	Racine
	Cétones	Nonacosanone-10 (6)	TOMIMATSU & al.,1972	Racine
	Ac.éthyléniques	Ac.linoléique (7)	KURONO & SAKAI,1953	Fruit
		Ac.pétrosélinidique (8)	id.	Fruit
		Ac.pétrosélinique (9)	id.	Fruit
	Polyines	Acétate de pentadéca (diène-2c, 9c diyne-4,6) yl-1 (12)	CHOI BYUNGKI,1975	Feuille

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
B.falcatum (suite)	Triterpènes	Saikogénine A [1] (38)	KUBOTA & al.,1967	Racine
			SHIBATA & al.,1965,66,66a	Racine
		Saikogénine B [1,2]	KUBOTA & TONAMI,1967	Racine
		Saikogénine C [1,2]	KUBOTA & al.,1967	Racine
		Saikogénine D [1,2]	id.	Racine
		Saikogénine E [1] (39)	NORIO & SHIBATA,1966	Racine
			NORIO & al.,1968	Racine
			KUBOTA & HINOH,1967	Racine
			ISHII & al.,1977	Racine
		Saikogénine F [1] (40)	KUBOTA & HINOH,1966,67,68	Racine
		Saikogénine G [1] (41)	KUBOTA & HINOH,1967	Racine
			NORIO & al.,1968	Racine
		Saikosaponine a (42)	TORI & al.,1976,1976a	Racine
		Saikosaponine b_1 [4] (52)	SHIMAOKA & al.,1975	Racine
		Saikosaponine b_2 [4] (53)	id.	Racine
		Saikosaponine b_3 [4] (54)	id.	Racine
		b_4 [4] (55)	id.	Racine
		Saikosaponine c (49)	TORI & al.,1976,1976a	Racine
		Saikosaponine d (46)	id.	Racine
		Saikosaponine e (45)	ISHII & al.,1977	Racine
		Saikosaponine f (51)	TORI & al.,1976,1976a	Racine
		6"-O-acétylsaikosaponine a (43)	ISHII & al.,1977	Racine
		23-O-acétylsaikosaponine a (44)	id.	Racine
		6"-O-acétylsaikosaponine b_4 [3]	id.	Racine
		3"-O-acétylsaikosaponine d (47)	id.	Racine
			YAMASAKI & al.,1977	Racine
		6"-O-acétylsaikosaponine d (48)	ISHII & al.,1977	Racine
		Longispinogénine (50)	KUBOTA & TONAMI,1967	Racine
	Stérols	β-Sitostérol (59)	TOMIMATSU & al.,1972	Racine
		α-Spinastérol (60)	TAKEDA & al.,1953	Feuille
			TOMIMATSU & al.,1972	Racine
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		α-Spinastéryl β-D glucopyranoside (61)	ISHII & al.,1977	Racine
		Δ_7-Stigmasténol (56)	TAKEDA & al.,1958	Racine
			TAKEDA & KUBOTA,1958	Racine
		Δ_{22}-Stigmasténol (57)	TAKEDA & al.,1958	Racine
			TAKEDA & KUBOTA,1958	Racine
		Stigmastérol (58)	TAKEDA & al.,1958	Racine
			TAKEDA & KUBOTA,1958	Racine
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Coumarines	(-) Anomaline (69)	BANERJI & al.,1977	-
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	HÖRHAMMER & al.,1958	Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	HÖRHAMMER & al.,1958	Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Rutine (78)	RABATE,1930	Feuille,Fleur
			HORHAMMER & al.,1958	Feuille,Fleur
			CROWDEN & al.,1966	Feuille
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
17a.*var*.komarovii K.-Pol.	Coumarines	Angélicine (70)	NAKABAYASHI & al.,1964	Racine
18 - B.faurelii Maire	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
19 - B.foliosum Salzm.	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
20 - B.fruticescens L.	Coumarines	Isoscopolétine (66)	GONZALEZ & al.,1975	Part.aérienne
		Scoparone (67)	id.	Part.aérienne
		Triméthoxy-6,7,8 coumarine (68)	id.	Part.aérienne
	Lignanes	Isodyphilline (71)	id.	Part.aérienne
		Deoxyisodyphilline (72)	id.	Part.aérienne
20a.*var*.eliatus Lange	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
20b.*var*.fruticescens	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille

1 - Les saikogénines sont obtenues par hydrolyse des saikosides et n'existent pas à l'état libre dans la plante.

2 - Artefacts selon KUBOTA & HINOH,1967.

3 - Artefacts selon SHIMAOKA & al.,1975

4 - Artefacts selon OTSUKA & al.,1978

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
21 - B.fruticosum L.	Cétones	Nonacosanone-10 (6)	CAUWET-MARC, 1976	Fruit
	Monoterpènes	Bupleurol (25)	FRANCESCONI & SERNAGIOTTO, 1913	Plante entière
			PEYRON & ROUBEAUD, 1970	Fleur
		Camphène (26)	PEYRON & ROUBEAUD, 1970	Fleur
		Aldéhyde dihydrocuminique (28)	FRANCESCONI & SANNA, 1911	Plante entière
			FRANCESCONI & SERNAGIOTTO, 1916	Plante entière
		Estragol (29)	PEYRON & ROUBEAUD, 1970	Fleur
		Limonène (30)	id.	Fleur
		Myrcène (31)	id.	Fleur
		β-Ocimène (32)	id.	Fleur
		β-Phellandrène [1] (33)	cf. KARRER, 1958	-
		β-Pinène [1] (34)	PEYRON & ROUBEAUD, 1970	Fleur
		α-Terpinéol (36)	id.	Fleur
		Terpinène-4 ol (35)	id.	Fleur
		Thujone (37)	id.	Fleur
	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac. cinnamiques	Ac. caféique (63)	BATE-SMITH, 1962	Feuille
		Ac. o-coumarinique (62)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Ac. férulique (64)	BATE-SMITH, 1962	Feuille
		Ac. chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Kaempférol (73)	BATE-SMITH, 1962	Feuille
			CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
22 - B.gerardii All.	Polyines	Heptadéca(diène-8t, 10t diyne-4,6) ol-1 (20)	BOHLMANN, 1971	Racine
		Heptadéca(triène-2t, 8t, 10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	Racine
			BOHLMANN & al., 1971	Racine
		Acétate d'heptadéca(triène-2t, 8t, 10t diyne-4,6) yl-1 (22)	id.	Part. aérienne
		Pentadéca(diène-2c, 9c diyne-4,6) al-1 (10)	id.	Racine
		Acétate de pentadéca (triène-2t, 8t, 10t diyne-4,6) yl-1 (15)	id.	Part. aérienne
23 - B.gibraltaricum Lam.	Polyines	Falcarinone (18)	BOHLMANN & al., 1975	Racine
		Hexadéca(tétraène-6t, 8t, 12t, 14t yne-10) al-1 (16)	id.	Part. aérienne
		Hexadéca(tétraène-6t, 8t, 12t, 14t yne-10) ol-1 (17)	id.	Part. aérienne
	Cyclohexadiènes	Angélate de formyl-3 triméthyl-4, 4,6 cyclohexadiène-2,5 yl-1 (23)	id.	Part. aérienne
		Angélate de formyl-3 triméthyl-2, 4,4 cyclohexadiène-2,5 yl-1 (24)	id.	Part. aérienne
	Monoterpènes	cis-β-Ocimène (32)	id.	Part. aérienne
		trans-β-Ocimène (32)	id.	Part. aérienne
	Ac. cinnamiques	Ac. chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Rutinoside-3 kaempférol (76)	CROWDEN & al., 1969	Feuille
		Narcissine (79)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
24 - B.handiense (Bolle) Sünd	Ac. cinnamiques	Ac. chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
25 - B.komarovianum Lincz.	Ac. cinnamiques	Ac. chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
26 - B.lateriflorum Coss.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac. cinnamiques	Ac. chlorogénique (65)	id.	Feuille
		Ac. férulique (64)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
27 - B.longicaule Wall.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac. cinnamiques	Ac. chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille

1 - Le β-phellandrène est présent dans les populations provenant de Sardaigne ; il est remplacé par le β-pinène dans les populations provencales (PEYRON & ROUBEAUD, 1970).

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
28 - B.longiradiatum Turcz.	Sucres	Saccharose (3)	TOMIMATSU, 1969	Racine
	Stérols	α-Spinastérol (60)	id.	Racine
	Triterpènes	Saikogénine A (38)	SHIBATA & al., 1966	Racine
		Saikogénine E (39)	id.	Racine
		Saikogénine F (40)	id.	Racine
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	GOROVOY & ULANOVA, 1968	Feuille
		Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
28a. *var.* breviradiatum Schmidt	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
28b. *var.* longiradiatum	Stérols	α-Spinastérol (60)	id.	Feuille
		Stigmastérol (58)	id.	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
29 - B.martjanovii Krylov	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige, Fleur, Fruit
		Isorhamnétine (75)	id.	Racine, Feuille
		Narcissine (79)	id.	Tige, Fleur, Fruit
		Quercétine (74)	id.	Racine, Feuille
		Rutine (78)	id.	Racine, Feuille
30 - B.mesatlanticum Maire	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Ac.férulique (64)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
31 - B.montanum Coss.	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	PLOUVIER, 1967	Feuille
			CAUWET-MARC, 1976	Feuille
32 - B.multinerve DC.	Sucres	Glucose (1)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	-
		Rhamnose (2)	id.	-
	Itols	Ribitol (4)	TROSHCHENKO & LIMASOVA, 1967	-
	Alcools	Hexacosanol-1 (5)	id.	-
	Cétones	Nonacosanone-10 (6)	id.	-
	Polyines	Heptadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (19)	BOHLMANN & al., 1971	Racine
		Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	Racine
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) al-1 (10)	id.	Racine
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (11)	id.	Racine
		Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) al-1 (13)	id.	Racine
		Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (14)	id.	Racine
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne, Fleur
			MINAEVA & al., 1965	Rac., Tige, Feuille, Fl., Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Rac., Tige, Feuille, Fl., Fr.
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne, Fleur
		Isorhamnétine (75)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne
			MINAEVA & al., 1965	Rac., Tige, Feuille, Fl., Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Rac., Tige, Feuille, Fleur
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Kaempférol (73)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne
			MINAEVA & al., 1965	Part.aérienne
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Narcissine (79)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne
			MINAEVA & al., 1965	Rac., Tige, Feuille, Fl., Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige, Feuille, Fleur, Fruit
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Quercétine (74)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne
			MINAEVA & al., 1965	Rac., Tige, Feuille, Fl., Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al, 1967	Rac., Tige, Feuille, Fleur
		Rutine (78)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Part.aérienne, Fleur
			MINAEVA & al., 1965	Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige, Feuille, Fleur, Fruit
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne, Fleur

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
33 - B.mundtii Cham.& Schlecht.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
34 - B.nipponicum K.-Pol.	Triterpènes	Saikogénine A (38)	SHIBATA & al., 1966	Racine
		Saikogénine E (39)	id.	Racine
		Saikogénine F (40)	id.	Racine
35 - B.oligactis Boiss.				
35a.*var*.choulettei Pomel	Flavonoïdes	Narcissine (79)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
35b.*var*.oligactis	Flavonoïdes	Narcissine (79)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
36 - B.olympicum Boiss.	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
37 - B.petiolare Lap.	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
38 - B.plantagineum Desf.	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	FOURMENT & ROUZET, 1960a,b	Feuille
			CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
39 - B.pusillum Krylov	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	MINAEVA & VALKONSKAYA, 1964	Tige,Feuille,Fleur,Fruit
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne,Tige
		Isorhamnétine (75)	MINAEVA & al., 1965	Part.aérienne
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Kaempférol (73)	VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Narcissine (79)	MINAEVA & al., 1965	Tige,Feuille,Fleur,Fruit
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Tige,Feuille,Fleur,Fruit
			VALKONSKAYA, 1968	Part.aérienne
		Quercétine (74)	MINAEVA & al., 1965	Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Racine,Tige,Feuille
			VALKONSKAYA, 1968	Fruit
		Rutine (78)	MINAEVA & al., 1965	Rac.,Tige,Feuille,Fl.,Fr.
			SOBOLOVSKAYA & al., 1967	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA, 1968	Rac.,Tige,Feuille,Fl.,Fr.
40 - B.ranunculoides L.	Polyines	Heptadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (19)	BOHLMANN & al., 1971	Racine
		Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	Racine
		Acétate d'heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (22)	id.	Partie aérienne
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) al-1 (10)	id.	Racine
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (12)	id.	Racine
		Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) al-1 (13)	id.	Racine
		Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (14)	id.	Racine
		Acétate de pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (15)	id.	Racine,Part.aérienne
40a.*var*.gramineum (Vill.) Lap.	Flavonoïdes	Narcissine (79)	PLOUVIER, 1967	Tige,Feuille
40b.*var*.ranunculoides	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
40c.*var*.telonense Godr.	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
41 - B.rigidum L.				
41a.*subsp.* paniculatum Brot	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
41b.*subsp.* rigidum	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
42 B.rotundifolium L.	Polyines	Falcarinone (18)	BOHLMANN & al.,1961	Racine
		Heptadéca (diène-8t,10t diyne-4,6) ol-1 (20)	BOHLMANN,1971	-
		Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	-
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	ZAPROMETOV & al.,1972	Tige,Feuille
		Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Tige,Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Glucoside de quercétine ?	id.	Hypocotyle
		Rutine (78)	id.	Racine,Tige,Feuille
43 - B.sacchalinense Fr.-Sm.	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
44 - B.salicifolium Soland.				
44a.*var.* aciphyllum (Bark.-Webb & Berth.)Cauwet	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.férulique (64)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	HARBORNE & WILLIAMS,1972	Fruit
		Narcissine (79)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	HARBORNE & WILLIAMS,1972	Fruit
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
44b.*var.* salicifolium	Ac.cinnamiques	Ac.chlorogénique (65)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Ac.férulique (64)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
45 - B.scorzonerifolium Willd.	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Stigmastérol (58)	id.	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur,Fruit
			VALKONSKAYA,1968	Tige,Feuille,Fleur
			GOROVOY & ULANOVA,1968	Tige,Feuille,Fleur
		Isorhamnétine (75)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA,1968	Tige,Feuille,Fleur
			GOROVOY & ULANOVA,1968	Tige,Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Narcissine (79)	MINAEVA & al.,1965	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA,1968	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			GOROVOY & ULANOVA,1968	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Quercétine (74)	MINAEVA & al.,1965	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			VALKONSKAYA,1968	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			GOROVOY & ULANOVA,1968	Racine,Tige,Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
		Rutine (78)	MINAEVA & al.,1965	Tige,Feuille,Fleur
			SOBOLOVSKAYA & al.,1967	Tige,Feuille,Fleur,Fruit
			VALKONSKAYA,1968	Tige,Feuille,Fleur
			GOROVOY & ULANOVA,1968	Tige,Feuille,Fleur
			CAUWET-MARC,1976	Feuille
45a.*var.* ~~stenophyllum~~ Rouy cf.B.falcatum				
46 - B.sibiricum West	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	GOROVOY & ULANOVA,1968	Feuille
		Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
47 - B.spinosum Gouan				
47a.*var.* mauritanicum Cauwet	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC,1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
47a. B.spinosum Gouan *var*.mauritanicum (suite)	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
47b. *var*.spinosum	Stérols	α-Spinastérol (60)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
48 - B.subspinosum Maire & Weiller	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
49 - B.tenuissimum L.	Polyines	Heptadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (19)	BOHLMANN & al., 1971	Racine
		Heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (21)	id.	Racine
		Acétate d'heptadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (22)	id.	Partie aérienne
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) al-1 (10)	id.	Racine
		Pentadéca (diène-2c,9c diyne-4,6) ol-1 (11)	id.	Racine
		Pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) ol-1 (14)	id.	Racine, Part.aérienne
		Acétate de pentadéca (triène-2t,8t,10t diyne-4,6) yl-1 (15)	id.	Partie aérienne
50 - B.tschimganicum Freyn.	Flavonoïdes	Rutine (78)	ARTEM'VA & NIKONOV, 1971	Feuille
51 - B.triradiatum Adams	Triterpènes	Saikogénine A (38)	SHIBATA & al., 1966	Racine
		Saikogénine E (39)	id.	Racine
		Saikogénine F (40)	id.	Racine
	Flavonoïdes	Isoquercitrine (77)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967 VALKONSKAYA, 1968	Tige, Feuille, Fleur, Fruit Partie aérienne
		Isorhamnétine (75)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967 VALKONSKAYA, 1968	Racine, Tige, Feuille, Fleur Racine, Part.aérienne
		Narcissine (79)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967 VALKONSKAYA, 1968	Tige, Feuille, Fleur Partie aérienne
		Quercétine (74)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967 VALKONSKAYA, 1968	Racine, Tige, Feuille, Fleur Racine, Part.aérienne
		Rutine (78)	SOBOLOVSKAYA & al., 1967 VALKONSKAYA, 1968	Rac., Tige, Feuille, Fleur, F.. Racine
51a. *var*.triradiatum Rupr.	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
GENRE HERMAS				
52 - H.quinquedentata L.fils	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Flavonoïdes	Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
GENRE HETEROMORPHA				
53 - H.glauca Engl.	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
54 - H.trifoliata Zckl. & Zeyh.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.o-coumarique (62)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Isorhamnétine (75)	id.	Feuille
		Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille

ESPECE	SERIE	SUBSTANCE	REFERENCE	ORGANE
GENRE NIRARATHAMNUS				
55 - N.asarifolius Balf.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
GENRE RHYTICARPUS				
56 - R.difformis Benth. & Hook.	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille
57 - R.ecklonis Sond.	Stérols	Stigmastérol (58)	CAUWET-MARC, 1976	Feuille
	Ac.cinnamiques	Ac.férulique (64)	id.	Feuille
		Ac.chlorogénique (65)	id.	Feuille
	Flavonoïdes	Narcissine (79)	id.	Feuille
		Quercétine (74)	id.	Feuille
		Rutine (78)	id.	Feuille

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKAHORI, A., K. KAGAWA et A. SHIMAOKA, 1975. — *Shoyakugaku Zasshi*, **29** : 99.

ANDERSON, R. J., et R. L. SHRINER, 1926. — *J. Amer. chem. Soc.*, **48** : 2976.

ARTEM'EVA, M. V., et G. K. NIKONOV, 1971. — *Khim. Prir. soedin.*, nº 5 : 666.

ATTREE, G. F., et A. G. PERKIN, 1927. — *J. chem. Soc.*, **131** : 234.

AVERY, J., W. N. HAWORTH, et E. L. HIRST, 1927. — *J. chem. Soc.*, **131** : 238.

BANDYUKOVA, V. A., 1972. — *Rastit. Res.*, **8** : 436.

BANERJI, J., R. N. REJ, et K. L. HANDA, 1977. — *Indian J. chem.*, **15** : 293.

BARTON, D. H. R., et C. J. W. BROOKS, 1950. — *J. Amer. chem. Soc.*, **72** : 1633.

BASSIRI, T., 1956. — *Parfums, Cosmét., Savons*, **123** : 17.

BATE-SMITH, E. C., 1962. — *J. Linn. Soc.* (Bot.), **58** : 95.

— 1968. — *J. Linn. Soc.* (Bot.), **60** : 325.

BERNSTEIN, S., et E. S. WALLIS, 1937. — *J. org. Chem.*, **2** : 341.

BERTHELOT, M., 1859. — *Ann. Chem.*, **110** : 367.

BOHLMANN, F., 1971. — *In* : V. H. HEYWOOD, The Biology and Chemistry of the Umbelliferae. Academic Press Ed. London. Suppl. I, Bot., *J. Linn. Soc.*, **64** : 279.

BOHLMANN, F., C. ARNDT, H. BORNOWSKI, et K. M. KLEINE, 1961. — *Chem. Ber.*, **94** : 958.

BOHLMANN, F., et K. M. RODE, 1968. — *Chem. Ber.*, **101** : 525.

BOHLMANN, F., C. ZDERO, 1971. — *Chem. Ber.*, **104** : 961.

BOHLMANN, F., C. ZDERO, et M. GRENZ, 1975. — *Chem. Ber.*, **108** : 2822.

BOHLMANN, F., C. ZDERO, et W. THEFELD, 1971. — *Chem. Ber.*, **104** : 2030.

BUCHNER, L. A., 1842. — *Ann. Chem.*, **42** : 226.

CARBONNIER, J., O. FATIANOFF et D. MOLHO, 1978. — Actes 2e Symp. internation. Ombellifères, Perpignan, 1977, A. M. CAUWET-MARC et J. CARBONNIER Éd. : 387.

CAUWET, A.-M., 1970. — Thèse Doct. 3e Cycle, Montpellier, 166 p.

— 1971. — The Biology and Chemistry of Umbelliferae. Suppl. I. Bot., *J. Linn. Soc.*, **64** : 257.

— 1976. — Thèse Doct., Perpignan, 848 p.

CAUWET, A.-M., et J. CARBONNIER, 1976*a*. — *Candollea*, **31** : 17.

CAUWET, A.-M., et J. CARBONNIER, 1976*b*. — *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, Alger, **66** : 5.

CAUWET-MARC, A.-M., et J. CARBONNIER, 1978. — *J. Agron. trop. Bot. appl.*, **35** (1) : 51-60.

CERCEAU-LARRIVAL, M.-T., 1962. — *Mém. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, sér. B (Bot.), **14** : 166 p.

CHARAUX, C., 1924. — *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **178** : 1312.

CHOI BYUNGKI, 1975. — *Yakhak Hoe Chi*, **19** : 16.

COLLISON, D. L., et J. SMEDLEY-MACLEAN, 1931. — *Biochem. J.*, **25** : 606.

CROWDEN, R. K., J. B. HARBORNE, et V. H. HEYWOOD, 1969. — *Phytochemistry*, **8** : 1963.

DJERASSI, C., R. M. MAC DONALD et A. J. LEMIN, 1953. — *J. Amer. chem. Soc.*, **75** : 5940.

DJERASSI, C., L. E. GELLER, et A. J. LEMIN, 1954. — *J. Amer. chem. Soc.*, **76** : 4089.

DUMAS, M. J., 1833. — *Ann. Chem.*, **6** : 245.

D'YAKONOVA, L. N., 1960. — *Aptechn. Delo*, **9** : 12.

Fernholz, E., 1933. — *Ann. Chem.*, **507** : 128.

— 1934. — *Ann. Chem.*, **508** : 215.

Fernholz, E., et P. N. Chakravorty, 1934. — *Ber.*, **67** : 2021.

Fischer, E., 1891. — *Ber.*, **24** : 1836.

Fischer, E., et J. Tafel, 1888. — *Ber.*, **21** : 2173.

Fischer, H. O. L., et G. Dangshat, 1932. — *Ber.*, **65** : 1037.

Florja, V. N., 1969. — *Rastit. Res.*. **5** : 358.

Florja, V. N., et G. A. Kuznetsova, 1970. — *Rastit. Res.*, **6** : 571.

Fourment, P., et M. Rouzet, 1960*a*. — *Rev. gén. Bot.*, **67** : 250.

Fourment, P., et M. Rouzet, 1960*b*. — *Bull. Soc. Pharm. Alger*, **1** : 85.

Francesconi, L., et G. Sanna, 1911*a*. — *Gazz. chim. ital.*, **41** : 395.

Francesconi, L., et G. Sanna, 1911*b*. — *Gazz. chim. ital.*, **41** : 796.

Francesconi, L., et E. Sernagiotto, 1913. — *Gazz. chim. ital.*, **43** : 576.

Francesconi, L., et E. Sernagiotto, 1916. — *Gazz. chim. ital.*, **46** : 119.

Furukawa, S., 1932. — *Chem. ZentBl.*, **2** : 3901.

Gerhardt, C., et A. Cahours, 1841. — *Ann. Chem.*, **38** : 67.

Gladkikh, A. S., I. A. Gubanov, et A. A. Mescheryakov, 1965. — *Izv. Akad. Nauk turkmen. SSR*, Ser. Biol. Nauk, **22** : 35.

Goldsobel, G., 1910. — *Chem. ZentBl.*, **1** : 1231.

Gonzalez, A. G., R. J. Cardona, H. Lopez, J. M. Medina, et F. Rodriguez-Luis, 1976. — *Revta R. Acad. Cienc.*, **70** : 109.

Gonzalez, A. G., J. M. Trujillo, R. Estevez, et J. P. Perez, 1975. — *An. Quím.*, Madrid, **71** : 109.

Gorovoy, P. G., 1966. — Les Ombellifères (famille *Umbelliferae* Moris) du Primorié et du Préamourié. Revue systématique. Propagation géographique. Composition chimique qualitative (en russe). Éd. « Naouka », Moscou, 293 p.

Gorovoy, P. G., et K. P. Ulanova, 1968. — Congrès sur la question de la mise en valeur des ressources végétales d'U.R.S.S. (en russe), Comm. p. 57, Novosibirsk.

Gorovoy, P. G., et P. K. Ulanova, 1974. — *Rastit. Res.*, **10** : 244.

Gorovoy, P. G., P. K. Ulanova, et N. S. Pavlova, 1973. — *Izv. sib. Otdel. Akad. Nauk, SSSR*, Ser. Biol. Nauk, (1) : 131.

Grimaud, C., 1893. — *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **117** : 1089.

Harborne, J. B., 1971. — *In* : V. H. Heywood, The Biology and Chemistry of the Umbelliferae. Academic Press Ed. London. Suppl. I, Bot., *J. Linn. Soc.*, **64** : 293.

Harborne, J. B., et L. King, 1976. — *Biochem. System. Ecol.*, **4** : 111.

Harborne, J. B., et C. A. Williams, 1972. — *Phytochemistry*, **11** : 1741.

Hata, K., M. Kozawa, et Y. Ikeshiro, 1966. — *Chem. pharm. Bull., Tokyo*, **14** : 94.

Hegnauer, R., 1971. — *In* : V. H. Heywood, The Biology and Chemistry of Umbelliferae. Academic Press Ed. London. Suppl. I, Bot., *J. Linn. Soc.*, **64** : 267.

— 1973. — Chemotaxonomie der Pflanzen Umbelliferae, Vol. VI : 554-796, Birkhaüser Ed., Basel.

— 1978. — Actes 2e Symp. internation. Ombellifères, Perpignan, 1977 ; A.-M. Cauwet-Marc et J. Carbonnier Éd. : 335.

Herstein, F., et S. von Kostaneki, 1899. — *Ber.*, **32** : 318.

HEYL, F. W., E. C. WISSE, et J. H. SPEER, 1929. — *J. biol. Chem.*, **82** : 111.

HLASIWETZ, H., 1867. — *Ann. Chem.*, **142** : 219.

HLASIWETZ, H., et L. BARTH, 1866. — *Ann. Chem.*, **138** : 61.

HLASIWETZ, H., et L. PFAUNDLER, 1863. — *Ann. Chem.*, **127** : 362.

HÖRHAMMER, L., H. WAGNER, et H. GOTZ, 1958. — *Arch. Pharm.*, **291** : 44.

HUKUTI, G., 1939. — *J. pharm. Soc. Japan*, **59** : 258.

ICE, C. H., et S. H. WENDER, 1952. — *J. Amer. chem. Soc.*, **74** : 4606.

IDLER, D. R., A. A. KANDUTSCH, et C. A. BAUMANN, 1953. — *J. Amer. chem. Soc.*, **75** : 4325.

ISHII, H., S. SEO, K. TORI, T. TOZYO, et Y. YOSHIMURA, 1977. — *Tetrahedron Lett.*, (14) : 1227.

ITO, M., K. NISHIMOTO, S. NATORI, et N. IKEKAWA, 1964. — *Shoyakugaku Zasshi*, **18** : 16.

KARRER, W., 1958. — Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe (exclusive Alkaloïde), Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, 1207 p.

KAWAMURA, J., 1928. — *Chem. ZentBl.*, **2** : 2255.

KIM LI GYUN, et DONG BOM CHU, 1975. — Choson Minjujuvi Inmin Konghwaguk Kwahagwonx Tongbo, **23** : 287.

KISSELIEVA, A. V., et V. G. MINAEVA, 1968. — Congrès sur la question de la mise en valeur des ressources végétales d'U.R.S.S. (en russe), Comm. p. 56, Novosibirsk.

KISSELIEVA, A. V., et V. G. MINAEVA, 1972. — *Fiziologiya Rast.*, **19** : 1252.

KISSELIEVA, A. V., et V. G. MINAEVA, 1974. — Kompleks Izuchenie polezn. Rast. Sibiri : 162.

KISSELIEVA, A. V., et V. G. MINAEVA, 1976. — Aktual Vopr. Bot. Resursoved Sib. : 174.

KISSELIEVA, A. V., V. G. MINAEVA, et G. N. GORBALEVA, 1971. — *Byull. glavn. bot. Sada*, **82** : 86.

KÖRNER, K., et A. BIGINELLI, 1891. — *Ber.*, **24** : 955.

KOSTANEKI, St., et J. TAMBOR, 1895. — *Ber.*, **28** : 2302.

KOTAKE, M., et H. ARAKAWA, 1956. — *Naturwissenschaften*, **43** : 327.

KUBOTA, T., et T. HASE, 1956. — *Nippon Kagaku Zasshi*, **77** : 1059.

KUBOTA, T., et H. HINOH, 1966. — *Tetrahedron Lett.*, (41) : 5045.

KUBOTA, T., et H. HINOH, 1967. — *Tetrahedron*, **24** : 675.

KUBOTA, T., et H. HINOH, 1968. — *Tetrahedron Lett.*, (3) : 303.

KUBOTA, T., et F. TONAMI, 1967. — *Tetrahedron*, **23** : 3353.

KUBOTA, T., F. TONAMI, et H. HINOH, 1967. — *Tetrahedron*, **23** : 3333.

KURONO, G., T. SAKAI, et T. ISHIDA, 1953. — *J. pharm. Soc. Japan*, **73** : 1209.

LEBLANC, F., 1845. — *Ann. Chem.*, **56** : 357.

LUMB, P. B., et J. C. SMITH, 1952. — *J. chem. Soc.* : 5032.

MARGGRAF, A. S., 1747. — Cf. KARRER, 1958, nº 654.

MERCK, E., 1893. — *Arch. Pharm.*, **231** : 129.

MINAEVA, V. G., 1974. — Kompleks Isuchenie polezn. Rast. Sibiri : 168.

MINAEVA, V. G., et A. V. KISSELIEVA, 1971. — Fenol'yne soedin. I. Kh. Fiziol. Sroistra, Mater. Vses. Simp. Fenol'nym Soedin., 2e Ed., Ed. Klyshev L. K. « Nauka », Kaz S.S.S.R., Alma-Ata U.S.S.R., 1973 : 58.

MINAEVA, V. G., K. A. SOBOLOVSKAYA, T. A. VALKONSKAY, M. P. MALYK, et I. V. ASHIKHMINA, 1969. — *Prom. Obraztsy Torvanye Znaki*, **96** : 72.

MINAEVA, V. G., et T. A. VALKONSKAYA, 1964. — *Bull. Acad. Sci. URSS*, **154** : 956.

MINAEVA, V. G., et T. A. VALKONSKAYA, 1970. — *Rastit. Res.*, **6** : 107.

MINAEVA, V. G., T. A. VALKONSKAYA et A. G. VALUTSKAYA, 1965. — *Rastit. Res.*, **1** : 233.

MINAEVA, V. G., T. A. VALKONSKAYA, et A. G. VALUTSKAYA, 1968. — Fenol'yne soedin. I. Kh. Biol. Funkts. Mater. Vses. Simp. : 180.

NAGASHI, K., et T. TOMIMATSU, 1969. — *Shoykugaten Zasshi*, **23** : 96.

NAKABAYASHI, T., I. KUBO, et M. YOSHIMOTO, 1964. — *Nippon kagaku Zasshi*, **85** : 558.

NAKANO, T., S. TERAO, Y. SAEKI, et K. D. JIN, 1966. — *J. chem. Soc.*, Sect. C : 1805.

NIELSEN, B. E., 1971. — *In* : V. H. HEYWOOD, The Biology and Chemistry of the Umbelliferae. Academic Press Ed. London. Suppl. I, Bot., *J. Linn. Soc.*, **64** : 325.

NORIO, A., H. FUJIMOTO, et S. SHIBATA, 1968. — *Chem pharm. Bull., Tokyo*, **16** : 641.

NORIO, A., et S. SHIBATA, 1966. — *Tetrahedron Lett.*, (39) : 4721.

OTSUKA, H., S. KOBAYASHI, et S. SHIBATA, 1978. — *Planta med.*, **33** : 152.

PARIHAR, B. B., et S. DUTT, 1947. — *Proc. Indian Acad. Sci.*, **25**A : 153.

PERKIN, A. G., 1909. — *J. chem. Soc.*, **95** : 2181.

PERKIN, A. G., et J. J. HUMMEL, 1896. — *J. chem. Soc.*, **69** : 1566.

PERKIN, A. G., et J. A. PILGRIN, 1898. — *J. chem. Soc.*, **73** : 267.

PERKIN, A. G., et E. J. WILKINSON, 1902. — *J. chem. Soc.*, **81** : 585.

PESCI, L., 1886. — *Ber.*, **19** : 874.

PEYRON, L., et M. ROUBEAUD, 1970. — *Plant. med. Phytotherap.*, **4** : 172.

PIPER, St. H., A. C. CHIBNALL, S. J. HOPKINS, A. POLLARD, J. A. B. SMITH, et E. F. WILLIAMS, 1932. — *Biochem. J.*, **25** : 2072.

PLOUVIER, V., 1967. — *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, sér. D, **264** : 145.

— 1978. — Actes 2e Symp. internation. Ombellifères, Perpignan, 1977, A.-M. CAUWET-MARC et J. CARBONNIER Éd. : 535.

POWER, P. B., et C. KLEBER, 1895. — Cf. KARRER, 1958, nº 32.

RABATE, J., 1930. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, **12** : 934.

RIGAUD, A., 1854. — *Ann. Chem.*, **90** : 283.

ROBERTS, O. D., 1921. — *Chem. ZentBl.*, **3** : 1127.

ROCHLEDER, F., 1846. — *Ann. Chem.*, **59** : 300.

SACC, F., 1844. — *Ann. Chem.*, **51** : 213.

SEMMLER, F. W., 1900. — *Ber.*, **33** : 275.

SHIBATA, S., I. KITAGAWA, et H. FUJIMOTO, 1965. — *Tetrahedron Lett.*, (42) : 3783.

SHIBATA, S., I. KITAGAWA, R. TAKAHASHI, et H. FUJIMOTO, 1966. — *Yakugaku Zasshi*, **86** : 1132.

SHIBATA, S., I. KITAGAWA, R. TAKAHASHI, et H. FUJIMOTO, 1966*a*. — *Chem. pharm. Bull., Tokyo*, **14** : 1023.

SHIBATA, M., R. YOSHIDA, S. MOTOHASHI, et M. FUKUSHIMA, 1973. — *Yakugaku Zasshi*, **93** : 1660.

SHIMAOKA, A., S. SEO, et H. MINATO, 1975. — *J. chem. Soc. Perkin Trans. I*, (20) : 2043.

SIMONSEN, J. L., 1924. — *Chem ZentBl.*, **1** : 1282.

SINGH, G., G. V. NAIR, et K. P. AGGARWAL, 1954. — *Chem. & Ind. London* : 1294.

SMITH, F. L., et A. P. WEST, 1927. — *Chem. ZentBl.*, **2** : 2239.

SOBOLOVSKAYA, K. A., et V. G. MINAEVA, 1961. — *Izv. sib. Otdel. Akad. Nauk SSSR*, **4** : 68.

Sobolovskaya, K. A., T. A. Valkonskaya, et V. G. Minaeva, 1967. — *Polez. Rast. Prir. Flory Sib.* : 92.

Spath, E., et O. Pesta, 1934. — *Ber.*, **67**B : 853.

Stein, W., 1862. — *J. prakt. Chem.*, **85** : 351.

Takeda, K., 1973. — *Taiska*, **10** : 676.

Takeda, K., K. Hamamoto, et T. Kubota, 1953. — *J. pharm. Soc. Japan*, **73** : 272.

Takeda, K., et T. Kubota, 1958. — *Chem. pharm. Bull., Tokyo*, **6** : 536.

Takeda, K., T. Kubota, et Y. Matsui, 1958. — *Chem. pharm. Bull., Tokyo*, **6** : 437.

Terui, Y., K. Tori, et N. Tsuji, 1976. — *Tetrahedron Lett.*, (8) : 621.

Tilden, W. A., 1878. — *J. chem. Soc.*, **33** : 248.

Tomimatsu, T., 1969. — *Yakugaku Zasshi*, **89** : 589.

Tomimatsu, T., M. Miyawaki, et K. Mizobuchi, 1972. — *Shoyakugaku Zasshi*, **26** : 64.

Tori, K., S. Seo, Y. Yoshimura, M. Nakamura, Y. Tomita et H. Ishii, 1976. — *Tetrahedron Lett.*, (46) : 4167.

Tori, K., Y. Yoshimura, S. Seo, K. Sakurawi, Y. Tomita et H. Ishii, 1976*a*. — *Tetrahedron Lett.*, (46) : 4163.

Troshchenko, A. T., et T. I. Limasova, 1967. — *Khim. Prir. Soedin.*, **3** : 145.

Valkonskaya, T. A., 1968. — Étude des flavonoïdes dans le genre *Bupleurum* L. en Sibérie occidentale (en russe). Exposé pour candidats à la licence, Tomsk. Valutskaya A. G. et V. G. Minaeva.

Valutskaya, A. G., et V. G. Minaeva, 1968. — Congrès sur la question de la mise en valeur des ressources végétales d'U.R.S.S. (en russe), Comm. p. 55, Novosibirsk.

Vongerichten, E., et A. Köhler, 1909. — *Ber.*, **42** : 1638.

Wagner, G., 1894. — *Ber.*, **27** : 1636.

Wagner, G., et W. Brykner, 1900. — *Ber.*, **33** : 2121.

Wallach, O., 1906. — *Ann. Chem.*, **350** : 141.

Weiss, V., 1842. — Cf. Karrer, n° 1536.

Wessely F., et E. Demmer, 1928. — *Ber.*, **61** : 1279.

Wessely, F., et S. H. Vang, 1939. — *Monatsh. Chem.*, **72** : 168.

Windaus, A., et H. Hauth, 1906. — *Ber.*, **39** : 4378.

Yamasaki, K., R. Kasai, Y. Masaki, M. Okihara, O. Tanaka, H. Oshio, S. Takagi, M. Yamaki, K. Masuda, G. Nonaka, M. Tsuboi, et I. Nishioka, 1977. — *Tetrahedron Lett.*, (14) : 1231.

Zaprometov, M. N., V. G. Minaeva, et A. V. Kisselieva, 1972. — *Fiziologiya Rast.*, **19** : 724.

Zhanaeva, T. A., V. G. Minaeva, et M. N. Zaprometov, 1978. — *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **239** : 479.

Zwenger, C., 1872. — *Ann. Chem. Pharm. Suppl.*, **8** : 23.

Manuscrit déposé le 9 mai 1979.

Achevé d'imprimer le 30 septembre 1979.

IMPRIMERIE NATIONALE

9 564 003 5